

## THESIS / THÈSE

### MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

#### Modélisation orientée-but des exigences liées à la gestion de la vie privée dans un cadre mobile

Leocata, Daniele

*Award date:*  
2011

[Link to publication](#)

#### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

#### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

02500000 2511

Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur

Faculté d'informatique

Année académique 2010 - 2011

Modélisation orientée-but  
des exigences liées à la gestion  
de la vie privée  
dans un cadre mobile

Daniele Leocata

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master en Sciences Informatiques



## Résumé

Durant cette dernière décennie, nous avons assisté à un développement massif des technologies mobiles. L'informatique ubiquitaire est devenu une modèle prépondérant dans le domaine des nouvelles technologies. L'exemple le plus représentatif est le téléphone mobile, qui aujourd'hui est devenu un outil structurant et s'intégrant fortement dans la vie quotidienne et les activités journalières des gens.

Cependant, l'informatique ubiquitaire pose des problèmes concernant son impact sur la vie privée. En effet, les méthodes d'analyse des exigences n'ont plus été remises en question depuis l'avènement de cette informatique omniprésente.

Les langages de modélisation orientés-but constituent une branche importante de l'ingénierie des exigences. Dans ce mémoire, nous analysons ces langages dans le but de modéliser des exigences liées à la vie privée. Pour cela, nous utilisons les résultats d'une étude qui a observé des utilisateurs de téléphones mobiles. Celle-ci a mis en lumière des nouvelles exigences et un concept important lié à la gestion de la vie privée dans un cadre mobile : le *contexte*. Nous proposons enfin notre extension de la notation  $i^*$  afin de pouvoir modéliser explicitement ces exigences et ce concept de contexte.

*Mots clés : ingénierie des exigences, modélisation orientée-but, vie privée, applications mobiles, contexte*

---

## Abstract

In the last ten years, we have witnessed a massive development of mobile technologies. Ubiquitous computing became a dominant model in the field of new technologies. The mobile phone is the best example. Nowadays, mobile practices integrate with and structure the daily life practices and routines of people.

As mobile computing become commonplace, requirements engineering methods are not put back into question regarding privacy. In fact, while mobile applications aim to provide unique user experiences, what is often overlooked is the impact on the user's privacy.

Goal-based reasoning is an important approach in the field of requirements engineering. In this thesis, we analyse these approaches in order to model privacy requirements. We use the results from a study that investigated privacy requirements through mobile practices. This one established new requirements and an important concept closely linked to mobile privacy requirements : the *context*. We finally propose our extension to goal-oriented notation  $i^*$ , to be able to model explicitly those requirements and this concept of context.

*Keywords : requirements engineering, goal-oriented modelling, privacy requirements, mobile applications, context*

## *Avants-propos*

Ce mémoire fait suite à un stage de quatre mois réalisé entre septembre 2009 et janvier 2010 au sein du groupe de recherche PRiMMA Project, du département d'Informatique de l'Open University (Milton Keynes, Royaume-Uni). Le travail a été réalisé sous la supervision du professeur Bashar Nuseibeh et du professeur Arosha Bandara, tous deux membres du groupe PRiMMA Project. Ce groupe de recherche a pour objectif d'étudier les problèmes liés à la vie privée dans un contexte d'informatique ubiquitaire, et de produire une méthodologie afin de traiter efficacement les exigences relatives à la gestion de la vie privée des utilisateurs.

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont soutenu pendant la réalisation de ce mémoire. En particulier, je souhaite remercier les personnes suivantes :

- Monsieur Jean-Noël Colin, pour le temps qu'il m'a accordé, son aide et ses conseils,
- Messieurs Bashar Nuseibeh et Arosha Bandara, pour leur supervision et leurs conseils lors du stage,
- Messieurs Keerthi Thomas, Blaine Price et Madame Clara Mancini pour leur aide et leur sympathie,
- Et surtout ma famille et mes amis pour leur soutien et leur aide qu'ils n'ont cessé de m'accorder pendant toute la période de mes études.



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Problèmes et motivations . . . . .	2
1.2	Structure du mémoire . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Modélisation orientée-but des exigences liées à la vie privée</b>	<b>5</b>
2.1	L'approche Goal-based . . . . .	5
2.1.1	Les concepts principaux . . . . .	7
2.1.2	Les avantages de l'orienté-but . . . . .	8
2.1.3	Le framework KAOS . . . . .	9
2.1.4	Le framework $i^*$ . . . . .	13
2.2	Modélisation des exigences et vie privée . . . . .	16
2.2.1	La vie privée . . . . .	17
2.2.2	La technologie et la vie privée . . . . .	18
2.2.3	Modélisation orientée-but et la vie privée . . . . .	18
	Vie privée et $i^*$ . . . . .	19
	Vie privée et KAOS . . . . .	22
2.3	L'approche orientée-but et les services ubiquitaire . . . . .	23
2.4	Résumé du chapitre . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Analyse d'exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile</b>	<b>25</b>
3.1	Informatique ubiquitaire et analyse des exigences . . . . .	25
3.1.1	Monde ubiquitaire . . . . .	25
3.1.2	Difficultés d'analyse . . . . .	26
3.2	Nouvelle approche d'étude . . . . .	27
3.2.1	Présentation de la nouvelle méthode . . . . .	27
3.2.2	Application de la méthode . . . . .	28
3.3	Emergence du contexte . . . . .	31
3.4	Adaptabilité selon le contexte . . . . .	33
3.5	Critique . . . . .	34
3.6	Résumé du chapitre . . . . .	35

<b>4</b>	<b>Evaluation de la modélisation du contexte mobile avec des langages orientés-but</b>	<b>37</b>
4.1	Méthode d'évaluation des approches orientées-but . . . . .	38
4.2	Evaluation de la modélisation du contexte . . . . .	39
4.2.1	La notation $i^*$ . . . . .	39
4.2.2	La notation KAOS . . . . .	44
4.3	Evaluation de la modélisation de l'adaptabilité . . . . .	47
4.4	Comparaison des notations . . . . .	49
4.5	Résumé du chapitre . . . . .	50
<b>5</b>	<b>Proposition d'une extension d'un langage orienté-but</b>	<b>51</b>
5.1	Méthode de construction d'une notation visuelle . . . . .	52
5.1.1	Définition d'une notation visuelle . . . . .	52
5.1.2	Efficacité cognitive . . . . .	52
5.1.3	Processus de conception d'une notation visuelle . . . . .	53
5.1.4	Les principes de construction d'une notation visuelle cognitivement efficace . . . . .	54
5.1.5	Construction d'une extension visuelle . . . . .	56
5.2	Notre extension du langage $i^*$ . . . . .	58
5.2.1	Choix du langage de base . . . . .	58
5.2.2	Choix des concepts . . . . .	59
5.2.3	Choix des variables visuelles des symboles . . . . .	60
5.2.4	Choix des symboles et des constructions . . . . .	61
	a) Le concept de <i>Time</i> . . . . .	61
	b) Le concept de <i>Location</i> . . . . .	62
	c) Le concept d' <i>Activity</i> . . . . .	63
	d) Le concept d' <i>Entity</i> . . . . .	64
	e) Le concept de <i>State</i> . . . . .	65
	f) Le concept d' <i>Information</i> . . . . .	66
	g) Les concepts de <i>Switch Link On</i> et <i>Off</i> . . . . .	67
5.3	Modélisation des exigences liées à la vie privée avec $i^*$ et notre extension . . . . .	68
5.4	Evaluation de notre extension $i^*$ . . . . .	69
5.4.1	Evaluation des concepts . . . . .	69
5.4.2	Evaluation de la notation visuelle . . . . .	70
5.5	Résumé du chapitre . . . . .	72
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>75</b>
6.1	Résumé du mémoire . . . . .	75
6.2	Analyse des contributions . . . . .	76



## TABLE DES MATIÈRES

ix

6.3 Critiques et perspectives . . . . .	77
Références . . . . .	77
<b>Bibliographie</b>	<b>79</b>
<b>A Transcriptions partielles des interviews de l'étude Facebook</b>	<b>83</b>
A.1 Partial transcripts from the interview with Dr -31.03.09 . . . . .	83
A.2 Partial transcripts from interview with Dv - 27.03.09 . . . . .	87
A.3 Partial transcripts from the interview with R - 27.03.09 . . . . .	90
A.4 Partial transcripts from interview with E - 27.03.09 . . . . .	93

# Table des figures

2.1	Comparaison des langages orientés-but par rapport à d'autres méthodologies de traditionnelles [12] . . . . .	7
2.2	Résumé de la notation de KAOS [14] . . . . .	10
2.3	Modèle des buts de KAOS . . . . .	11
2.4	Modèle des objets de KAOS . . . . .	12
2.5	Modèle des opérations KAOS . . . . .	13
2.6	Résumé de la notation $i^*$ . . . . .	14
2.7	Modèle $i^*$ des relations entre acteurs . . . . .	15
2.8	Modèle Strategic Dependency de $i^*$ . . . . .	16
2.9	Modèle Strategic Rationale de $i^*$ . . . . .	17
2.10	Décomposition de l'exigence <i>Privacy</i> avec $i^*$ [7] . . . . .	20
2.11	La vie privée selon le point de vue de chaque agent avec $i^*$ [7] . . . . .	21
2.12	Processus d'identification des menaces basé sur $i^*$ [8] . . . . .	22
2.13	Les concepts d'obstacles dans KAOS . . . . .	22
4.1	Proposition de modélisation du contexte spatio-temporel avec $i^*$ . . . . .	39
4.2	Différentes propositions pour modéliser le contexte environnemental avec $i^*$ . . . . .	40
4.3	Modèle $i^*$ du contexte social dans une université . . . . .	42
4.4	Modèle $i^*$ des codes de conduite sur Facebook avec le concept de <i>belief</i> . . . . .	43
4.5	Modèle des objets KAOS de Facebook . . . . .	45
4.6	Modèle des buts KAOS exprimant une règle de conduite en tant que <i>propriété du domaine</i> . . . . .	46
4.7	Modèle des buts KAOS exprimant le contexte comme <i>obstacle</i> . . . . .	47
4.8	Modèle des opérations KAOS . . . . .	48
4.9	Comparatif des notations $i^*$ et KAOS concernant la modélisation du contexte et de l'adaptabilité . . . . .	50
5.1	Variables visuelles de l'espace de conception graphique pour la construction des notations visuelles [42] . . . . .	54
5.2	Interactions entre les principes de Moody [42] . . . . .	56

5.3	Récapitulatif des résultats de l'évaluation de la notation visuelle de $i^*$ . . .	58
5.4	méta-modèle de notre extension de la notation $i^*$ . . . . .	61
5.5	Différentes propositions pour représenter le concept de <i>Time</i> . . . . .	62
5.6	Différentes propositions pour représenter le concept de <i>Location</i> . . . . .	63
5.7	Différentes propositions pour représenter le concept d' <i>Activity</i> . . . . .	63
5.8	Différentes propositions pour représenter le concept d' <i>Entity</i> . . . . .	64
5.9	Différentes propositions pour représenter le concept de <i>State</i> . . . . .	65
5.10	L'icône information . . . . .	66
5.11	Différentes propositions pour représenter le concept d' <i>Information</i> . . . . .	66
5.12	Différentes propositions pour représenter les concept de <i>Switch Link On</i> et <i>Off</i> . . . . .	67
5.13	Résumé de notre extension pour modéliser le contexte mobile avec $i^*$ . . . .	68
5.14	Modèle $i^*$ utilisant notre extension pour représenter des exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile . . . . .	69
5.15	Résumé de l'évaluation visuelle de notre extension . . . . .	72



# Chapitre 1

## Introduction

L'ingénierie des exigences est un processus consistant à identifier les exigences d'un système à développer, modéliser et analyser les exigences, communiquer les exigences, valider et tenir à jour les exigences [1]. Ce processus repose principalement sur des modèles qui décrivent le système et son environnement. Ils permettent de communiquer les besoins des utilisateurs et des autres parties prenantes, ainsi que d'évaluer la viabilité des propositions de systèmes. L'objectif de ce processus d'analyse est d'aboutir à une définition du système à développer qui répond de manière optimale aux objectifs initialement prévus. Le succès de tout logiciel dépend étroitement de l'efficacité du processus. Cependant, il est toujours difficile de recueillir des informations parmi les parties prenantes. D'une part, celles-ci peuvent être nombreuses et fortement réparties. D'autre part, elles ne savent pas toujours exprimer correctement leurs besoins et leurs exigences concernant le système en développement. exprimer correctement leurs besoins et leurs exigences concernant le système à développer.

La notion de *but* est de plus en plus employée dans le domaine de l'ingénierie des exigences. Dans certaines méthodologies, le but est le concept principal [2]. L'objectif de ces méthodes orientées-but est de comprendre les différents objectifs des parties prenantes et de les représenter visuellement. Elles tendent à faciliter la communication entre les développeurs du système et les autres personnes. C'est notamment grâce à la représentation visuelle de ces langages qu'il est plus facile de discuter et raisonner sur les buts des parties prenantes. L'introduction de ce concept permet entre autre de clarifier les exigences sur le système. En effet, les exigences sont analysées par décomposition et raffinement pour ressortir plusieurs niveaux d'exigences. Chaque niveau permet ainsi de répondre aux demandes du niveau supérieur. Cette méthode est particulièrement intéressante pour préciser comment satisfaire les exigences non-fonctionnelles.



Certains framework orientés-but [3, 4] sont également considérés comme des approches orientées-agent. En effet, ils modélisent les différents agents qui interagissent avec le système à développer. Ils offrent notamment le moyen de représenter et analyser les relations entre le système et son environnement.

Plusieurs langages de modélisation orientés-but ont été développés durant ces dernières années. Nous pouvons citer, par exemple,  $i^*$  [3], KAOS [5] et NFR [6]. Chacun dispose d'une syntaxe, d'une sémantique et d'une terminologie qui lui est propre. Mais ils servent tous le même objectif, qui est de capturer les exigences des parties prenantes afin de développer un système adapté à leurs besoins.

Cette dernière décennie, nous avons assisté à un développement massif des technologies mobiles. Les ordinateurs portables et les téléphones mobiles sont les principaux appareils qui ont favorisé cette évolution rapide. De nos jours, un utilisateur nomade est capable d'accéder à de multiples applications disponibles sur le Web, depuis des lieux divers et nombreux, grâce à ces technologies. Dorénavant, en informatique, le modèle classique de l'ordinateur vu comme un poste fixe s'accompagne avec un nouveau modèle, c'est-à-dire, l'informatique *ubiquitaire*. Celle-ci est définie comme une informatique qui engage beaucoup plus de dispositifs et de systèmes simultanément, au cours des activités ordinaires et journalières des personnes. Ainsi, l'environnement d'un système ne se limite plus à une interaction entre un seul utilisateur et un dispositif unique dans un lieu unique, mais s'ouvre à une multitude de combinaisons d'interactions entre utilisateurs et non-utilisateurs du système situés en des lieux divers et variés et dans des situations en perpétuel changement.

## 1.1 Problèmes et motivations

Depuis bien longtemps, la sécurité et la vie privée font l'objet de recherche dans le domaine de l'informatique. De nombreuses méthodes et techniques ont été développées pour protéger les systèmes informatiques et leurs données des possibles attaques malveillantes, via des mécanismes tels que les firewalls et les contrôles d'accès.

Cependant, la sécurité et la protection de la vie privée sont des aspects rarement considérés lors de la phase d'analyse des exigences. Ces problèmes sont trop souvent adressés après la phase de modélisation du système, voir même après son développement. Pourtant, il est très valorisant, voir crucial, que ces aspects soient identifiés et manipulés comme tout autre exigence durant tout le long du développement d'un système. Cela permettrait notamment d'avoir une meilleure intégration de ces fonctionnalités parmi les exigences du système.



Plusieurs recherches ont proposées différentes méthodes orientées-but, pour identifier et représenter les exigences liées à la sécurité et la vie privée, pendant les phases d'analyse des exigences [7, 8, 9]. Néanmoins, les problèmes liés à la sécurité et à la vie privée sont difficiles à déterminer, vu la complexité croissante des systèmes développés. De surcroît, depuis l'avènement de l'informatique ubiquitaire, aucune de ces méthodes n'a été remises en question. Surtout au niveau de la protection de la vie des utilisateurs, car l'essence même de l'ubiquité est qu'il est possible d'employer une technologie en tout lieu. Les risques de violation de la vie privée sont alors décuplés et nécessitent une étude plus approfondie, que nous entamerons dans ce travail.

## 1.2 Structure du mémoire

Dans le chapitre 2, nous allons introduire l'approche orientée-but de l'ingénierie des exigences. Nous présenterons ses principaux concepts et nous illustrerons les avantages qu'elle offre par rapport à des méthodes plus classiques de modélisation des exigences. Les méthodologies KAOS et  $i^*$  seront présentées et leur notation sera illustrée. Ensuite, une brève discussion sur la vie privée et la technologie sera entamée. Nous parlerons des exigences concernant la protection de la vie privée des utilisateurs de logiciels. Les différentes méthodologies seront enfin étudiées concernant la modélisation de ces exigences. Nous soulignerons les problèmes que présentent la modélisation orientée-but concernant les systèmes pour poste fixe et concernant les systèmes ubiquitaires.

Le chapitre 3 s'intéressera au problème de l'analyse des exigences en ce qui concerne la vie privée dans un cadre mobile. En effet, ce chapitre étudiera en détail les comportements des utilisateurs dans un cadre d'utilisation de téléphones mobiles de troisième génération. Pour cela, nous étudierons une méthode innovatrice d'analyse des exigences qui a pour but de récolter des informations plus riches sur les comportements des utilisateurs nomades vis-à-vis de la gestion de leur vie privée. Les résultats de l'application de cette méthode seront analysés. Ils révéleront de nouveaux comportements et de nouveaux facteurs d'influences concernant la vie privée de ces utilisateurs.

Dans le chapitre 4, nous aborderons la modélisation d'exigences tirées des résultats du chapitre précédent. Des langages orientés-but vont être utilisés pour modéliser ces exigences. Nous allons donc tenter d'exprimer les éléments mis en avant par l'étude du chapitre 3. En effet, celle-ci a mis en avant des concepts pour lesquels les langages orientés-but n'ont pas été conçus. Ce sont les notations KAOS et  $i^*$  qui vont être utilisées pour modéliser ces éléments. Enfin, les deux langages vont être comparés et critiqués sur leur capacité à représenter les concepts étudiés.

Dans le chapitre 5, nous allons proposer une extension d'une notation orientée-but. Cette extension aura pour but de pallier aux lacunes évincées dans le chapitre précédent. Nous établirons un processus afin de concevoir notre extension. Elle va se baser sur une théorie destinée à concevoir des notations graphiques dont leur efficacité à communiquer est maximisée. Les concepts seront choisis sur base des déficiences du langage de base choisi. Ensuite, les symboles seront sélectionnés en fonction des prescriptions de la théorie sur l'efficacité des notations. Enfin, nous illustrerons notre extension avec un exemple et nous l'évaluerons sur sa syntaxe et sa sémantique.

Finalement, le dernier chapitre résumera les conclusions et les contributions du présent travail. Les travaux futurs potentiels seront également présentés.



## Chapitre 2

# Modélisation orientée-but des exigences liées à la vie privée

Dans le domaine de l'ingénierie des exigences, il existe une multitude de méthodologies d'analyse et de modélisation des exigences d'un logiciel. Dans ce travail, nous allons nous intéresser à l'approche orientée-but en particulier. Celle-ci a pour caractéristique d'identifier et de modéliser de façon plus explicite, par rapport aux techniques traditionnelles, les besoins exprimés par les utilisateurs d'un logiciel. Nous allons ainsi étudier les deux notations phares de l'orienté-but : KAOS et  $i^*$ .

Ensuite, nous discuterons de la vie privée et de son impact sur les systèmes informatiques. En effet, la protection de la vie privée représente un enjeu important actuellement dans le domaine de l'ingénierie du logiciel. Nous aborderons finalement la question de la modélisation des exigences liées à la vie privée des utilisateurs de logiciels, avec les deux notations orientées-but citées plus haut.

### 2.1 L'approche Goal-based

Dans notre travail, nous avons établi une question de recherche bien précise. Pour rappel, celle-ci concerne la modélisation d'exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile, à l'aide de l'approche orientée-but. Bien que cette dernière soit en plein expansion dans le monde de l'ingénierie des exigences, il est légitime de commencer par se poser quelques questions concernant l'intérêt et la validité d'utiliser l'approche orientée-but : *Pourquoi avoir fait le choix de l'approche orientée-but ? Quelles sont ses caractéristiques ? Pour quelle(s) raison(s) est-elle préférable par rapport à d'autres approches existantes de l'ingénierie des exigences ? Et quels en sont les avantages ?*

Durant la phase dite "avancée" (*early requirement*) de l'analyse des exigences d'un logiciel, la plupart des méthodologies se focalisent sur ce que le logiciel doit réaliser et comment il doit le réaliser. Elles consistent à produire des exigences de bas-niveau sur les

données du logiciel, les opérations, les interactions entre modules, etc. Dans la littérature, peu d'attention était portée sur les raisons du besoin de développer un système informatique et sur la correspondance entre les spécifications des exigences et les réels besoins des parties prenantes, et ce malgré le besoin évident de capturer le fondement ou la raison d'être du logiciel en développement (c'est-à-dire : *Pourquoi ce logiciel est-il nécessaire ?*). Cela explique pourquoi les parties prenantes, ainsi que leurs besoins et leur contexte social, ne peuvent pas être représentés convenablement par les modèles d'exigences [10].

Depuis plusieurs années, le raisonnement Goal-Based est devenu une branche importante dans le domaine de l'ingénierie des exigences. Il constitue la base d'un certain nombre d'approches de modélisation. Les méthodologies orientées-but sont de plus en plus utilisées pour identifier et déterminer les exigences des logiciels. Elles offrent une base de travail pour construire de manière incrémentale les modèles intentionnels, structurels et opérationnels du logiciel et de son environnement [11].

La raison principale de la popularité de cette nouvelle approche réside dans les limites des méthodes traditionnelles à analyser et à modéliser les systèmes actuels, qui sont de plus en plus complexes [10]. Pour rappel, le mot "système" se réfère au logiciel en développement inclus dans son environnement. Ces approches traitent les exigences comme des processus ou des données et ne saisissent pas les objectifs organisationnels et business pour lesquels le logiciel a été demandé. Le diagramme de classes d'UML en est une illustration très parlante. Celui-ci schématise les types de données que le logiciel doit manipuler au cours de son exécution. Un autre exemple serait le diagramme de séquence, qui se limite à reproduire les interactions possibles entre différents agents du système. Ces diagrammes n'expriment en aucun cas l'objectif principal pour lequel les interactions ou les classes d'objets sont définis. Il est donc difficile de comprendre les exigences par rapport aux objectifs de haut niveau dans le domaine du problème. La plupart des techniques portent uniquement sur la modélisation et les spécifications du logiciel. C'est pour cela qu'elles manquent de soutien pour raisonner sur le système à développer et son environnement. En effet, l'environnement est un composant important, car toutes hypothèses erronées sur celui-ci peuvent être responsables de nombreuses erreurs dans la spécification des exigences. De plus, les exigences de type non-fonctionnelles sont généralement ignorées dans les spécifications des exigences. Sans oublier que les techniques traditionnelles de modélisation et d'analyse ne permettent pas d'établir des modèles de systèmes alternatifs, où les fonctionnalités sont plus ou moins automatisées, différentes assignations de responsabilités sont explorées et certains conflits entre exigences sont résolus. Ce sont donc ces importants problèmes que l'ingénierie des exigences orientée-but tente de résoudre.

Il est important de noter que le processus de modélisation orientée-but se termine là où les techniques de spécification traditionnelles commencent [10]. Tel que l'illustre la Figure 2.1, les méthodologies  $i^*$  [3], Tropos [4] et KAOS [5] couvrent en particulier la phase



avancée d'analyse des exigences (*early requirement*). Dans l'ensemble, la modélisation orientée-but se concentre sur les activités qui précèdent la formulation de spécifications du logiciel. Principalement, les activités des approches orientées-but sont : la définition des objectifs du système, le raffinement des buts et autres types d'analyse des buts ainsi que l'attribution des responsabilités d'objectifs à des agents du système.

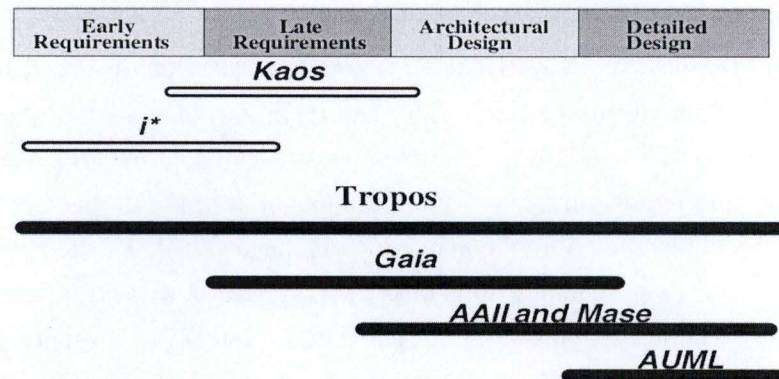


FIGURE 2.1 – Comparaison des langages orientés-but par rapport à d'autres méthodologies de traditionnelles [12]

### 2.1.1 Les concepts principaux

**Les buts.** Il existe un certain nombre de définitions de la notion de *but* dans la littérature. Par exemple, pour van Lamsweerde, les buts sont des objectifs que le système doit atteindre par la coopération des agents via le logiciel à développer et son environnement [11]. Ainsi, comprendre pourquoi les exigences ont été demandées aide les parties prenantes et les analystes à vérifier si celles-ci sont complètes, et aide à évaluer les compromis qui sont réalisés dans le but de résoudre des conflits d'objectifs du système. Anton [2] précise que les buts sont des objectifs de haut-niveau de l'organisation et du système. Ils capturent les raisons pour lesquelles un système est nécessaire et guide la prise de décisions à divers niveaux de l'entreprise.

**Les agents.** L'approche orientée-but voit le système à développer et son environnement comme une collection de composants actifs appelés les *agents* [13]. Ces composants peuvent être des personnes jouant certains rôles, des composants matériels ou des logiciels. Contrairement aux composants passifs, les composants actifs ont un choix de comportement. Les agents se voient également assignés la responsabilité d'atteindre certains buts. Dès lors, le raisonnement *orienté-agent* est aussi très important dans l'ingénierie des exigences puisque l'attribution des responsabilités des buts et des contraintes parmi les agents du système à développer et de son environnement est le résultat principal du processus de



l'ingénierie [11] .

**Les softgoals.** L'analyse des exigences non-fonctionnelles (NFR) représente également un aspect important du RE [6]. Les NFR sont généralement représentés dans les modèles par un *softgoal*. Contrairement au but, le softgoal ne peut pas être totalement accompli ou réalisé, car il n'existe pas de condition bien précise pour déterminer si ce softgoal est satisfait ou non. Il ne peut être satisfait qu'à un certain degré par une solution dite "suffisamment bonne". Notons également que les NFR de haut-niveau sont assez fréquentes en organisation. La réussite du système dépend de la satisfaction de ses NFR.

**Les liens de raffinement AND/OR.** Les différents buts sont organisés dans un arbre de *raffinement AND/OR*, où les buts de haut-niveau sont généralement des objectifs stratégiques impliquant plusieurs agents, tandis que les buts de bas-niveau sont plus détaillés, plus techniques et n'impliquent que peu d'agents [5]. Un lien de raffinement AND permet de lier un ensemble de sous-buts à un but. Ainsi, satisfaire l'ensemble de ces sous-buts est une condition suffisante pour satisfaire le but père. Un lien de raffinement OR permet également de lier un ensemble de sous-buts à un but, mais à la différence que le but père est satisfait si au moins un des sous-buts est satisfait. Cela permet ainsi de modéliser différentes solutions possibles pour satisfaire un même but.

### 2.1.2 Les avantages de l'orienté-but

L'approche orientée-but présente de nombreux et importants avantages concernant la modélisation et l'analyse des exigences [10] :

- Elle adopte une perspective plus large du système par rapport aux méthodes traditionnelles RE : les buts sont des assertions prescriptives que doit respecter le système, à savoir le système à développer et son environnement. Les propriétés du domaine et les attentes sur l'environnement sont explicitement capturées pendant le processus d'élaboration des exigences en plus des spécifications traditionnelles. Ainsi, l'un des principaux avantages de l'orienté-but est le support pour une analyse avancée des exigences (*early requirements*).
- Les modèles de buts fournissent un excellent moyen de communiquer avec les clients et les parties prenantes du système en ce qui concerne les objectifs et les exigences du système. Le raffinement de buts offre un bon niveau d'abstraction afin d'impliquer les décideurs dans la phase de validation des choix faits parmi les alternatives proposées.
- Un seul modèle de buts peut représenter l'aspect variable d'un problème via l'utilisation de raffinements alternatifs et d'assignations alternatives de responsabilités. Ainsi, différentes propositions d'implémentations peuvent être explorées au travers de l'unique modèle du système.
- Les buts fournissent des critères concernant la complétude des spécifications et la pertinence des exigences. Une spécification est dite complète, par rapport à un en-

semble de buts, s'il est possible de montrer que ces buts sont atteints à partir des spécifications et des propriétés du domaine. Par contre, une exigence est dite pertinente, par rapport à un ensemble de buts, si sa spécification est utilisée pour prouver la réalisation d'au moins un des buts de l'ensemble. De façon moins formelle, une exigence est pertinente dans un modèle si elle contribue à la satisfaction de certains buts de haut-niveau.

- Certains langages orientés-but fournissent différentes couches de formulation et d'expressivité des buts. Il existe trois niveaux pouvant être combinés afin d'exprimer avec plus ou moins de précision les exigences du système en développement : la couche semi-formelle pour la modélisation et la structuration des buts, la couche formelle permettant de réaliser des raisonnements sur les buts de manière plus précise et détaillée, et la couche qualitative pour la sélection parmi les alternatives proposées.
- Les buts peuvent être utilisés pour la détection et la gestion des conflits entre les exigences. Ceux-ci sont principalement dus à la grande complexité du système et à l'implication de différents types d'utilisateurs. De plus, il est possible d'effectuer une analyse de détection de noeuds problématiques, analyse dite des obstacles, qui favorise l'élaboration d'un logiciel plus robuste. Cette opération permet de détecter des ensembles de choix sur les buts qui ne conduisent pas à la satisfaction des buts du système et cela permet de définir, assez tôt durant la phase de modélisation, des alternatives qui peuvent résoudre les problèmes précédemment détectés.

### 2.1.3 Le framework KAOS

La méthode KAOS est une approche orientée-but, visant à supporter le processus d'ingénierie des exigences, en partant de la définition des objectifs de haut-niveau jusqu'à l'assignation d'exigences, d'objets et d'opérations à des agents, afin de réaliser ces objectifs [5, 15]. Le langage KAOS possède une structure à deux couches : une couche semi-formelle graphique (voir Figure 2.2) où les tous concepts sont déclarés avec des relations entre eux, et une couche interne consacrée à la définition formelle des concepts. Le processus de modélisation se divise en quatre phases : *Goal modelling*, *Object modelling*, *Agent modelling* et *Operationalization*.

**Modélisation des buts.** Cette première phase capture la vue, partagée par toutes les parties prenantes, des objectifs du système à développer dans le *modèle des buts*. Les buts sont des propriétés déclaratives sur le système et son environnement. Ils décrivent généralement des problèmes à résoudre. Il existe trois types de buts dans KAOS : un *goal* est une assertion contraignante caractérisant un objectif qui doit être atteint par le système à développer ; un *requirement* est un but de bas niveau et peut être placé sous la



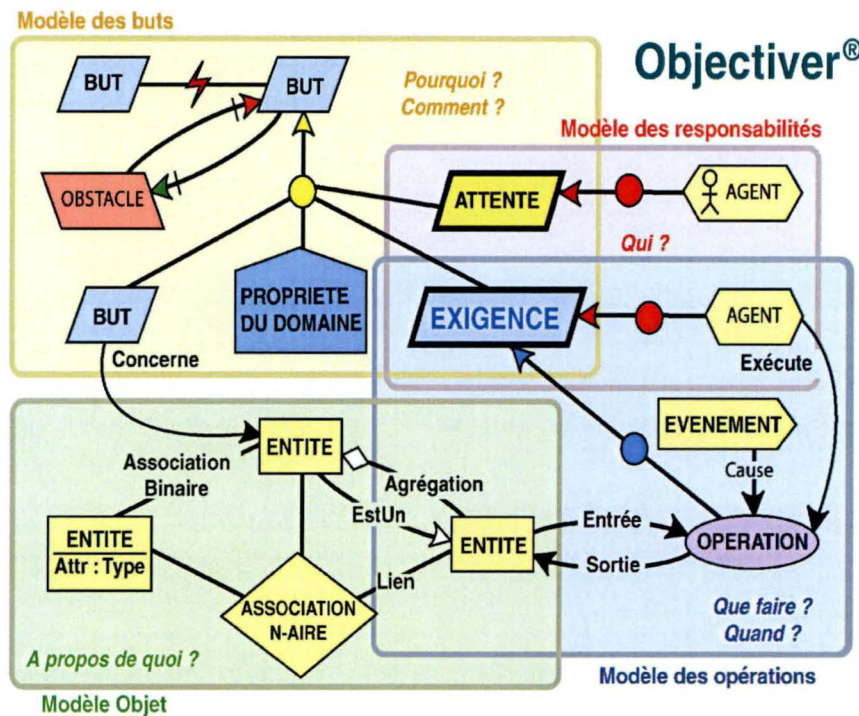


FIGURE 2.2 – Résumé de la notation de KAOS [14]

responsabilité d'un agent (humain, matériel ou logiciel) du système ; et un *expectation* est un but affecté à un agent, mais qui n'est pas réalisé par le logiciel.

Les buts sont représentés dans un graphe de raffinement, qui exprime comment un but père peut être satisfait par un ensemble de sous-buts. D'autres ensembles peuvent être définis pour exprimer des solutions alternatives qui satisfont également le but père. Ces raffinements alternatifs représentent ainsi des façons différentes de modéliser une partie du système. Chaque raffinement conduit à une implémentation différente du système.

Les buts sont identifiés par différents moyens (tels que les interviews et l'analyse de documents) et en posant les questions *pourquoi* et *comment*, afin d'obtenir des buts de haut et de bas niveaux. Ce raffinement se termine lorsque chaque sous-but est réalisé par un agent et est assigné à celui-ci. Les propriétés du domaine et les conflits entre buts sont également exprimés dans ce modèle.

Il est également possible de définir des propriétés concernant le domaine d'application du système avec le concept de *propriété du domaine*. Celle-ci est une assertion descriptive sur des objets de l'environnement et peut être soit un invariant du domaine, soit une hypothèse. L'invariant du domaine est une propriété considérée comme vraie dans chaque état du domaine ou d'un objet du domaine (par exemple, une loi physique ou une contrainte imposée par un agent). Une hypothèse est une propriété sur un objet du domaine supposée vraie et utilisée afin d'étayer la preuve de complétude d'un raffinement de buts.

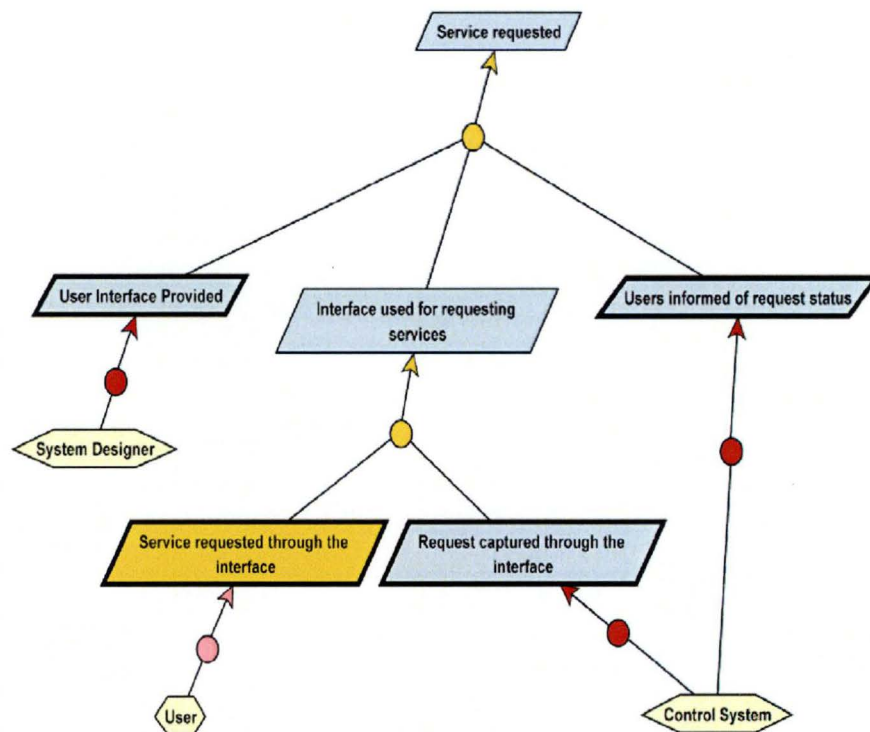


FIGURE 2.3 – Modèle des buts de KAOS

Le modèle de la Figure 2.3 illustre nos propos. Le but *Service Requested* est décomposé en un but et deux exigences. Cela signifie qu'afin de pouvoir faire une demande pour ce service, il est nécessaire d'avoir une interface (*User Interface Provided*). Il faut utiliser cette interface pour avoir accès à ce service (*Interface Used For Requesting Services*) et l'utilisateur doit être informé de l'état de sa demande (*Users Informed Of Request Status*). Des agents se voient également assignés la responsabilité des deux exigences : *System Designer* pour la première et *Control System* pour la deuxième.

**Modélisation des objets.** Cette phase consiste à identifier les objets impliqués dans la formulation des buts, mais également des objets appartenant au domaine des parties prenantes. Elle permet aux analystes de travailler progressivement et simultanément sur le glossaire au cours de la définition des buts et des besoins, en construisant le *modèle des objets* KAOS. Les objets sont des *entités* (i.e. objets passifs du domaine), des *agents* ou des *événements*. Ces objets sont reliés entre eux via des liens d'associations ou par des relations IsA. La notation utilisée dans le modèle est conforme à celle utilisée en UML pour les diagrammes de classes.

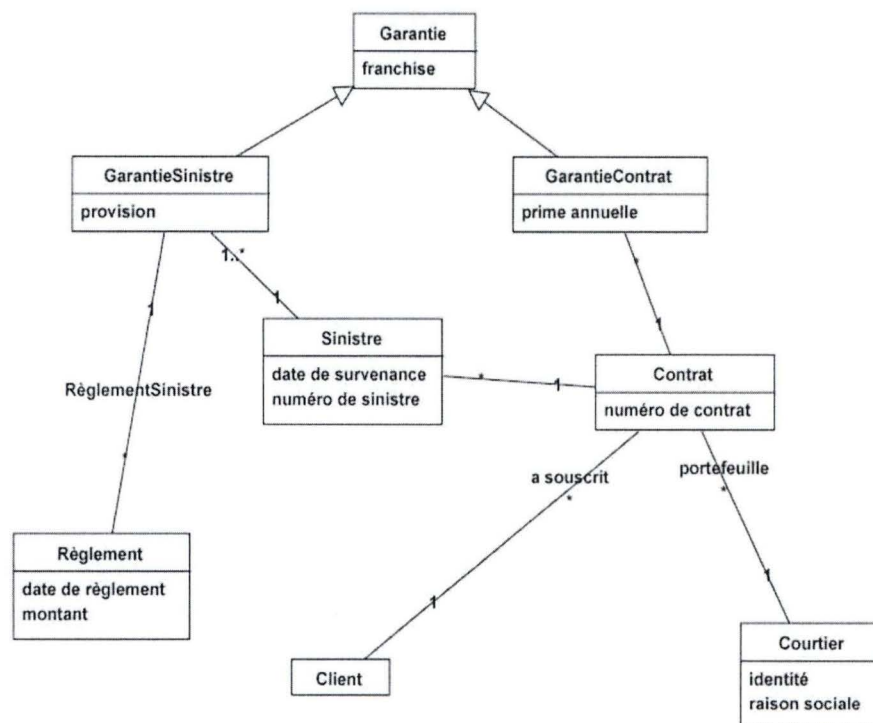


FIGURE 2.4 – Modèle des objets de KAOS

La Figure 2.4 exprime, par exemple, que le système manipule un objet de type *entité*, nommé *Garantie*, qui peut être spécialisé de deux façons : *GarantieSinistre* ou bien *GarantieContrat*.

**Modélisation des responsabilités.** Le *modèle des responsabilités* liste tout simplement les exigences et les attentes placées sous la responsabilité d'un agent. Cette phase consiste donc à parcourir automatiquement les modèles de buts et de représenter chaque acteur avec les buts dont il est responsable.

**Modélisation des opérations.** Le *modèle des opérations* permet de définir les opérations et les services attendus du logiciel en se basant sur les exigences identifiées dans le modèle des buts. Il décrit les comportements que le système doit adopter afin de remplir les différents buts des agents. Les comportements sont exprimés en termes d'*opérations* effectuées par les agents. Les opérations sont des relations input-output entre objets (définis dans le modèle des objets) : elles peuvent illustrer la création d'un objet, la transition entre différents états d'un objet et activer d'autres opérations (en envoyant un événement).

Le modèle de la Figure 2.5 illustre le *modèle des opérations* KAOS d'un logiciel de soumission de projets. Ainsi, par exemple, l'évènement *Soumission Projet* va provoquer l'opération *Rechercher Projets* et l'opération *Enregistrer Le Projet* va produire une nouvelle



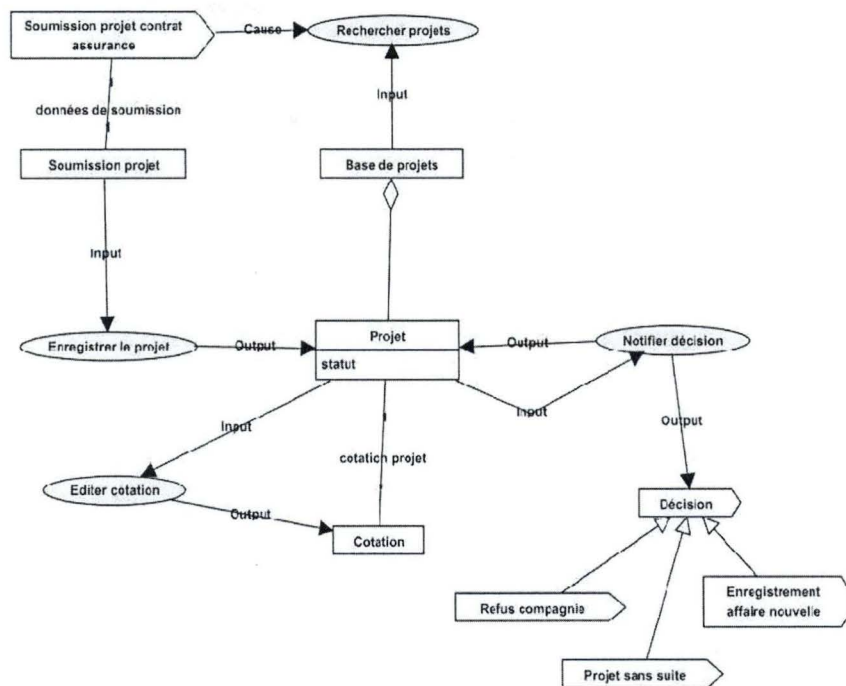


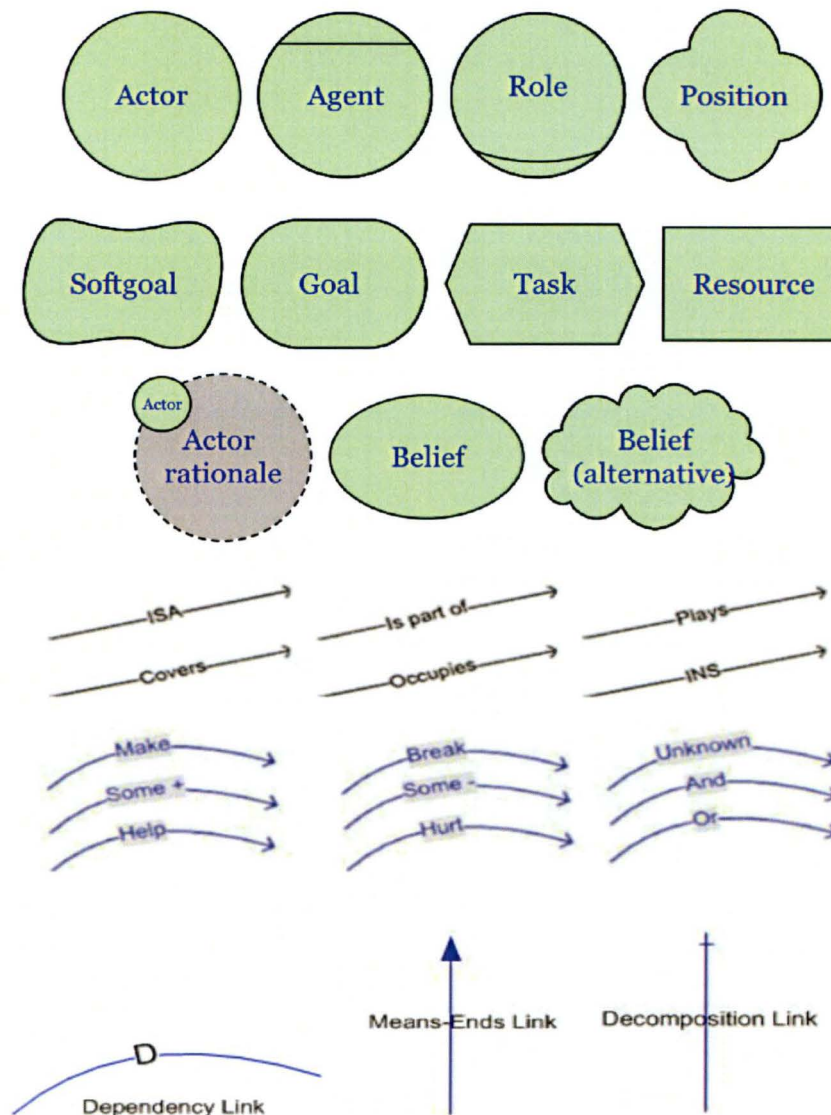
FIGURE 2.5 – Modèle des opérations KAOS

instance de l'entité *Projet* qui sera enregistrée dans la *Base De Projets*.

#### 2.1.4 Le framework $i^*$

Le framework  $i^*$  [3, 16] est une méthodologie orientée-but (et orientée-agent) qui a été développée dans le but de modéliser et de raisonner sur les acteurs du domaine et leurs intentions. Cette méthodologie se concentre sur le contexte organisationnel, sur la modélisation des buts sous forme d'intentions des acteurs et sur les dépendances entre ces acteurs. Il existe cependant plusieurs versions de la notation  $i^*$ . Ces versions ne sont pas complètement définies et peuvent également se contredire. D'ailleurs, aucun métamodèle n'a été officiellement défini malgré plusieurs propositions dans la littérature [17, 18]. Bien que les différences soient minimales entre ces versions, nous illustrerons et utiliserons la version documentée sur le wiki  $i^*$  *Guide* [16], car ce dernier fournit une description plus détaillée et fréquemment mise-à-jour de la notation [19]. La méthodologie  $i^*$  utilise les symboles illustrés dans la Figure 2.6 et se compose en deux phases de modélisation : le modèle *Strategic Dependency* et le modèle *Strategic Rationale*.

Le modèle *Strategic Dependency* (SD) est utilisé pour décrire les dépendances entre différents acteurs pour réaliser un but. Il exprime les relations de dépendance entre acteurs dans un contexte organisationnel. Ce modèle est très utile pour comprendre les configurations de l'organisation et du système, qu'elles soient existantes ou simplement proposées.

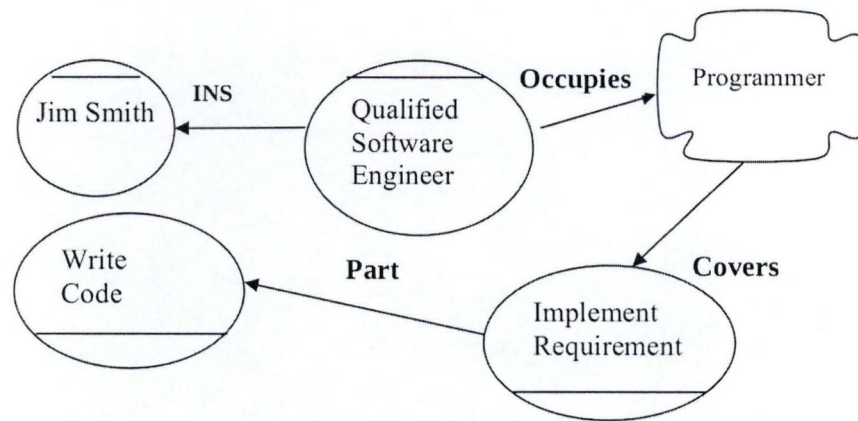
FIGURE 2.6 – Résumé de la notation  $i^*$ 

Un acteur peut être un *agent*, un *rôle* ou une *position*. Un *agent* est un acteur avec des manifestations physiques et concrètes, tels qu'une personne ou un logiciel. Un *rôle* est une définition abstraite d'un comportement d'un acteur social. Une *position* représente un ensemble de rôles qui peut être assigné à un agent. Les différents acteurs peuvent également être reliés entre eux par des liens d'associations d'acteurs, tels que *ISA*, *Plays*, *Covers*, *Part*, *Occupies* et *Instance*.

Le modèle de la Figure 2.7 montre un exemple d'associations d'acteurs qui peuvent exister entre différents acteurs. Par exemple, Jim Smith est un agent, qui est une instance de l'agent Qualified Software Engineer, occupant la position de Programmer.

Une relation de dépendance entre deux acteurs indique qu'un acteur dépend d'un



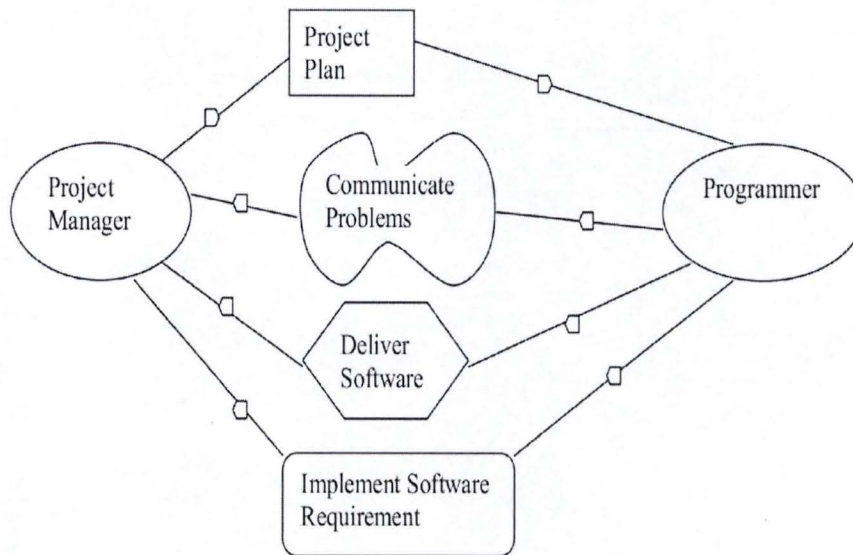
FIGURE 2.7 – Modèle  $i^*$  des relations entre acteurs

autre acteur pour atteindre un objectif donné. En dépendant d'autres acteurs, un acteur est capable d'accomplir certains objectifs qu'il ne lui aurait pas été possible (ou alors difficilement) d'atteindre par ses propres moyens. Ainsi, l'acteur dépendant devient vulnérable. Si l'acteur duquel il dépend n'atteint pas l'objectif les reliant, l'acteur dépendant est alors influencé de manière défavorable pour atteindre son but.

L'objet des dépendances peut être de quatre types : *goal*, *softgoal*, *task*, et *resource*. Une dépendance de but décrit la nécessité pour l'acteur dépendant qu'une condition sur le domaine soit remplie par l'autre acteur. La dépendance de *softgoal* est identique à la dépendance de *goal* à la différence qu'il n'est pas possible de donner une définition claire ou un critère bien précis pour déterminer si le but est satisfait. La dépendance de tâches illustre le besoin de l'acteur dépendant qu'une tâche soit réalisée par l'autre acteur. Enfin, la dépendance de ressource exprime que le premier acteur dépend de l'autre pour avoir à disposition la ressource donnée. La Figure 2.8 montre les différents types de dépendances. Par exemple, le programmeur dépend de son *Project Manager* pour effectuer la tâche *Deliver Software*.

Le modèle Strategic Rationale (SR) fournit un niveau de modélisation plus détaillé, en regardant à "l'intérieur" des acteurs pour modéliser les propriétés intentionnelles internes. Les éléments intentionnels (*goal*, *softgoal*, ressource et tâche) apparaissent dans les modèles SR non seulement via les relations externes de dépendance entre acteurs, mais aussi comme éléments internes structurés en hiérarchie grâce aux liens means-ends, de décompositions et de contributions.

Les liens means-ends sont utilisés pour définir une relation entre une fin et un moyen pour atteindre cette fin. La fin est représentée par un but et le moyen est exprimé par une tâche. En effet, ce type de lien ne peut pas être utilisé entre d'autres types d'éléments. Les liens de décompositions permettent de diviser une tâche en plusieurs éléments. Une tâche peut être décomposée en quatre types d'éléments : un but, un *softgoal*, une tâche

FIGURE 2.8 – Modèle Strategic Dependency de  $i^*$ 

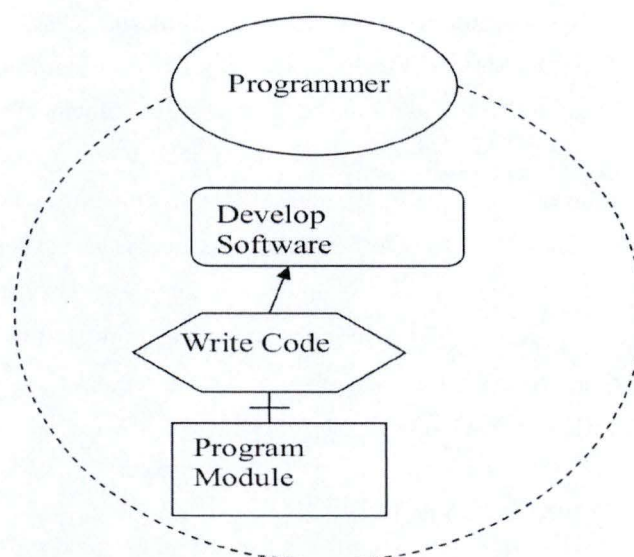
et/ou une ressource. Elle peut donc se diviser en un ou plusieurs éléments. Enfin, les liens de contributions offrent deux niveaux de contributions positives ("some +", "make" et "help") et négatives ("some -", "break" et "hurt"). Un lien de contribution peut partir d'un softgoal, goal ou tâche vers un softgoal et cela signifie que si un élément est atteint, il contribue positivement ou négativement à la satisfaction du softgoal, que ce soit partiellement ("some +" et "some -"), totalement ("make" et "break") ou de façon indéterminée ("help" et "hurt"). La Figure 2.9 montre les buts internes du programmeur et comment ils se décomposent.

Alors que les modèles SD ne s'occupent que des relations externes parmi les acteurs, les modèles SR fournissent la capacité d'analyser avec plus de détails les processus internes à chaque acteur. Ils offrent une meilleure compréhension des besoins de chacun d'entre eux et permettent d'appréhender la façon dont ces besoins sont satisfaits. Ils permettent aussi aux analystes d'évaluer les différentes alternatives pour traiter au mieux les intérêts des acteurs.

## 2.2 Modélisation des exigences et vie privée

Précédemment, nous avons parcouru le domaine de l'orienté-but et nous avons justifié son choix vis-à-vis des méthodologies traditionnelles. Nous pouvons ainsi progresser en introduisant la question de la vie privée et sa représentabilité dans un contexte traditionnel (non mobile) avec des notations orientées-but. Nous allons donc discuter des mécanismes présents dans les notations capables de traiter les exigences relatives à la vie privée.



FIGURE 2.9 – Modèle Strategic Rationale de  $i^*$ 

### 2.2.1 La vie privée

La vie privée est devenu un sujet important au XXI<sup>e</sup> siècle. Elle présente un enjeu important, que ce soit de nature sociétal, politique ou technique [20]. Dans la plupart des pays, de nombreuses lois, des droits constitutionnels et des décisions juridiques tendent à protéger la vie privée des gens. Cependant, la conception de politique protégeant la vie privée devient plus complexe à chaque apparition de nouvelles technologies sur le marché. En effet, les avancées technologiques représentent un péril croissant pour la vie privée. La puce RFID en est un bon exemple. Celle-ci permet d'identifier un objet, d'en suivre le cheminement et d'en connaître les caractéristiques à distance. Il est alors (potentiellement) possible que les consommateurs soient surveillés à leur insu par les fabricants ou les vendeurs, ce qui pose un grave problème de violation de la vie privée des consommateurs. Westin affirme entre autre que les nouvelles technologies modifient l'équilibre entre la vie privée et les informations divulguées [21]. Bien que l'Internet soit devenu un outil usuel depuis le nouveau millénaire, il ne cesse de compliquer la maîtrise des dangers déjà existants, tels que la violation du secret et de l'intégrité des données personnelles.

Cependant, la vie privée est une notion très large, difficile à définir, et à laquelle se rattachent d'autres dimensions, tels que la liberté d'expression, le contrôle des informations personnelles, l'absence de surveillance des activités ou le droit à l'intimité. Il n'existe pas qu'une seule définition [21, 22, 23, 24] car elle présente une multitude de facettes et prend différentes significations dans différents contextes [20]. Par exemple, Clarke décrit la vie privée comme l'intérêt de maintenir un espace personnel, à l'abri de toute interférence venant d'autres personnes [24]. Il perçoit donc la vie privée comme la protection d'un



espace intime et personnel des intrusions possibles venant de l'extérieur. Westin, quant à lui, décrit la vie privée d'un individu, ou groupe d'individus, comme étant la capacité à déterminer quand, comment, et dans quelles mesures des informations le (ou les) concernant sont communiquées à d'autres [21]. Il met l'accent sur l'aspect de contrôle de l'information personnelle d'un individu. Bien que cette définition date de 1967, elle reste néanmoins très actuelle. En effet, avec l'expansion que connaissent actuellement les réseaux sociaux, les internautes sont contraints d'exercer un contrôle plus prononcé sur leurs informations, plus facilement accessibles à ce jour. Malgré les nombreuses études et analyses disponibles dans la littérature, il n'en reste pas moins qu'il n'existe pas de définition claire et précise de la notion de vie privée.

### 2.2.2 La technologie et la vie privée

Dans [23], les auteurs ont étudié comment la vie privée est affectée par le développement de nouveaux systèmes et les technologies. Ils affirment que la gestion de la vie privée est une réponse dynamique à une circonstance donnée plutôt qu'une application statique de règles. La technologie peut donc avoir de nombreux impacts, en perturbant, modifiant et créant de nouvelles frontières entre la vie privée et la vie publique.

La vie privée est un droit pour un utilisateur d'un système et il est important que les systèmes informatiques possèdent des fonctions de gestion et de protection de la vie privée. Cette gestion dans les systèmes est non seulement essentielle, mais elle représente également un facteur très critique quant à l'acceptation du système par les utilisateurs, qui sont dès à présent plus conscients et concernés par leur vie privée. Cependant, à l'heure actuelle, la vie privée des utilisateurs n'est pas assez considérée pendant les premières phases de l'ingénierie des exigences. Au contraire, elle est généralement étudiée à un stade plus tardif du cycle de vie du logiciel. L'exemple le plus frappant est celui de Facebook et son adaptation continue de la politique de confidentialité des utilisateurs.

### 2.2.3 Modélisation orientée-but et la vie privée

Du point de vue du développement de systèmes informatiques, les notions de vie privée et de sécurité sont traitées comme des exigences à part entière, plus précisément, des exigences non fonctionnelles. Généralement, les exigences fonctionnelles définissent ce que le système doit *faire*, tandis que les exigences non-fonctionnelles déterminent comment le système doit *se comporter*. Les NFR représentent donc des qualités que le système doit avoir. Par exemple, le système doit avoir un temps de réponse court (performance), ou bien, il doit être résistant aux pannes (robustesse). Seulement, les exigences non-fonctionnelles sont difficiles à déterminer si elles sont totalement satisfaites ou non. Que ce soit lors des phases de modélisation, de test ou lors de l'utilisation finale du système, l'appréciation du niveau de satisfaction des exigences non-fonctionnelles reste assez subjective. Sans



compter que les NFR sont bien souvent mal étudiées ou tout simplement négligées durant le développement d'un système, en raison du manque d'approches systématiques pour les traiter, conduisant ainsi à des produits finis qui ne répondent pas correctement aux besoins des parties prenantes et qui représentent un coût supplémentaire non-négligeable pour les corriger [6].

En outre, nous savons que la vie privée est une notion très complexe et peut être interprétée de différentes manières. Ceci peut notamment conduire à modéliser de plusieurs façons les exigences liées à la vie privée. Bien qu'il existe des travaux visant à mieux comprendre la vie privée sous différents points de vues [26], elle reste une exigence parmi d'autres. En effet, elle entre en compétition (voir en conflit) avec les autres exigences et risque toujours d'être reléguée à un niveau de priorité plus bas suite à la prise de décisions et de compromis sur la réalisation du système à développer.

### Vie privée et $i^*$

L'approche orientée-agent est à l'heure actuelle une approche cruciale afin de modéliser un système où l'homme, le hardware et le software interagissent de façon très complexe, afin de satisfaire des buts partagés ou en concurrence. De fait, elle permet d'étendre la méthodologie orientée-but par l'introduction de la dimension sociale.

La méthodologie  $i^*$  permet facilement d'illustrer l'environnement social d'un système, notamment grâce à la représentation des agents impliqués dans le domaine, de leurs propriétés intentionnelles (càd., leurs buts) et leurs relations de dépendance. Ainsi, chaque agent peut être représenté avec ses propres buts et ses propres croyances, ainsi que sa propre vision de la vie privée. Avec  $i^*$ , il est donc possible d'analyser spécifiquement où les problèmes liés à la vie privée surgissent ; comment et par quels agents ces problèmes peuvent être traités. Dans [7], les auteurs expliquent comment modéliser et raisonner sur les exigences liées à la vie privée et la sécurité avec  $i^*$ .

La vie privée est représentée grâce au concept de softgoal. Celui-ci est décomposé en buts et sous-buts, éventuellement en reliant ceux-ci à des mécanismes de sécurité réalisables en code source ou bien à des politiques de protection des données. Plusieurs sous-buts et mécanismes peuvent donc contribuer aux exigences liées à la vie privée à des degrés divers. Ceci est illustré dans la Figure 2.10. Le softgoal *Privacy* est décomposé en plusieurs softgoals (*Allow Individual Participation*, *Openness Of Purpose*, *Accountability*, etc.) reliés par des liens de contributions *Help*. Ces buts influencent de manière très favorable l'exigence de protection de la vie privée. Ensuite, ceux-ci sont à leur tour décomposés en un arbre de buts, de softgoals et de tâches. Ainsi, le softgoal peut être détaillé en utilisant les liens de contributions, jusqu'au moment où l'on atteint un niveau opérationnel (i.e. le dernier niveau est composé de tâches). Alors, ce niveau opérationnel peut être vu comme un ensemble d'exigences fonctionnelles qui résulte des besoins de satisfactions de l'exigence de



protection de la vie privée.

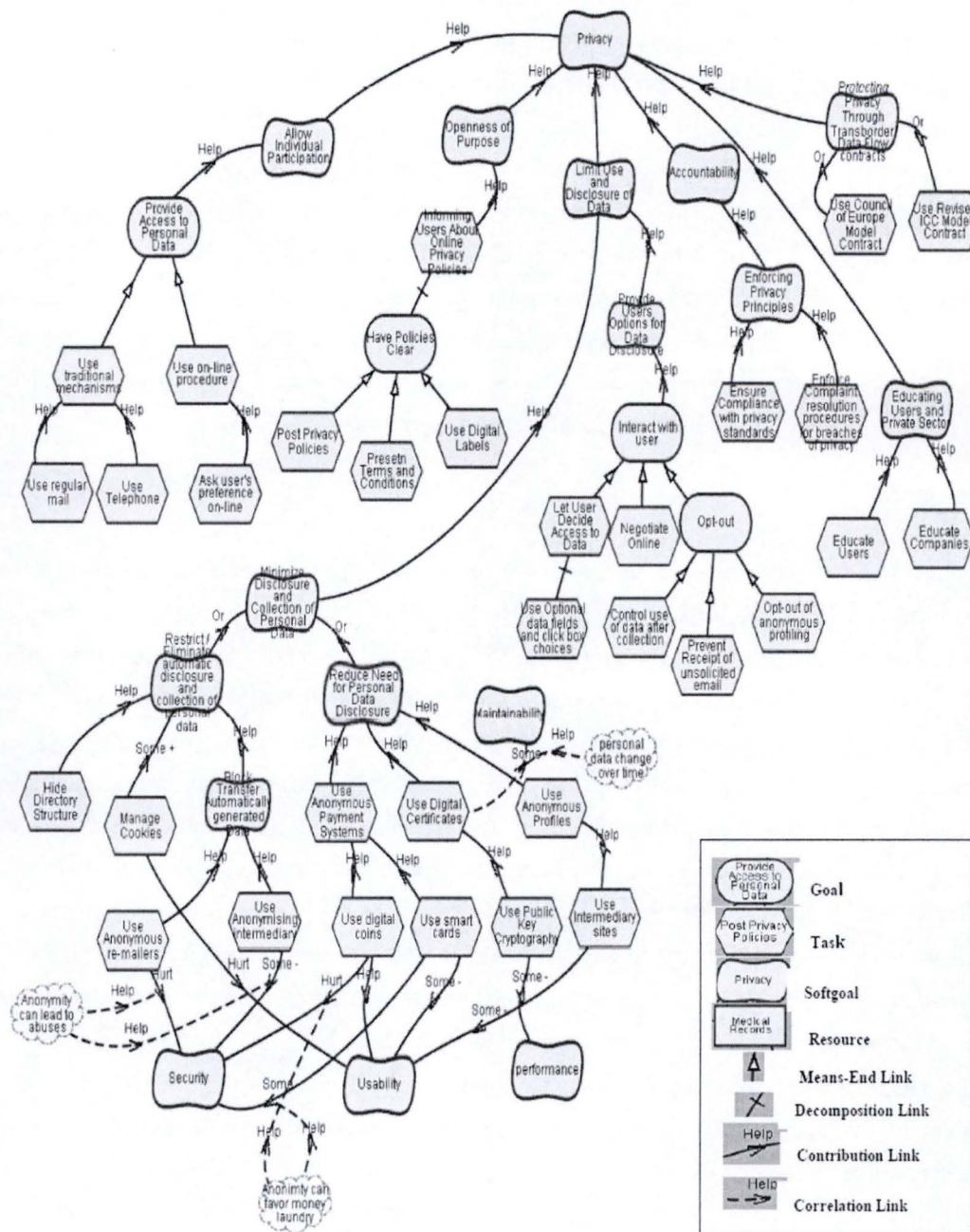


FIGURE 2.10 – Décomposition de l'exigence *Privacy* avec  $i^*$  [7]

Entre autre, la vision de la vie privée de chacun des agents peut également conduire à exprimer des sous-buts et des mécanismes différents. Le modèle de la Figure 2.11 montre bien que chaque agent du système utilise des moyens différents pour protéger les données médicales des patients.

Dans [8], une méthodologie a été également proposée pour traiter de façon systématique

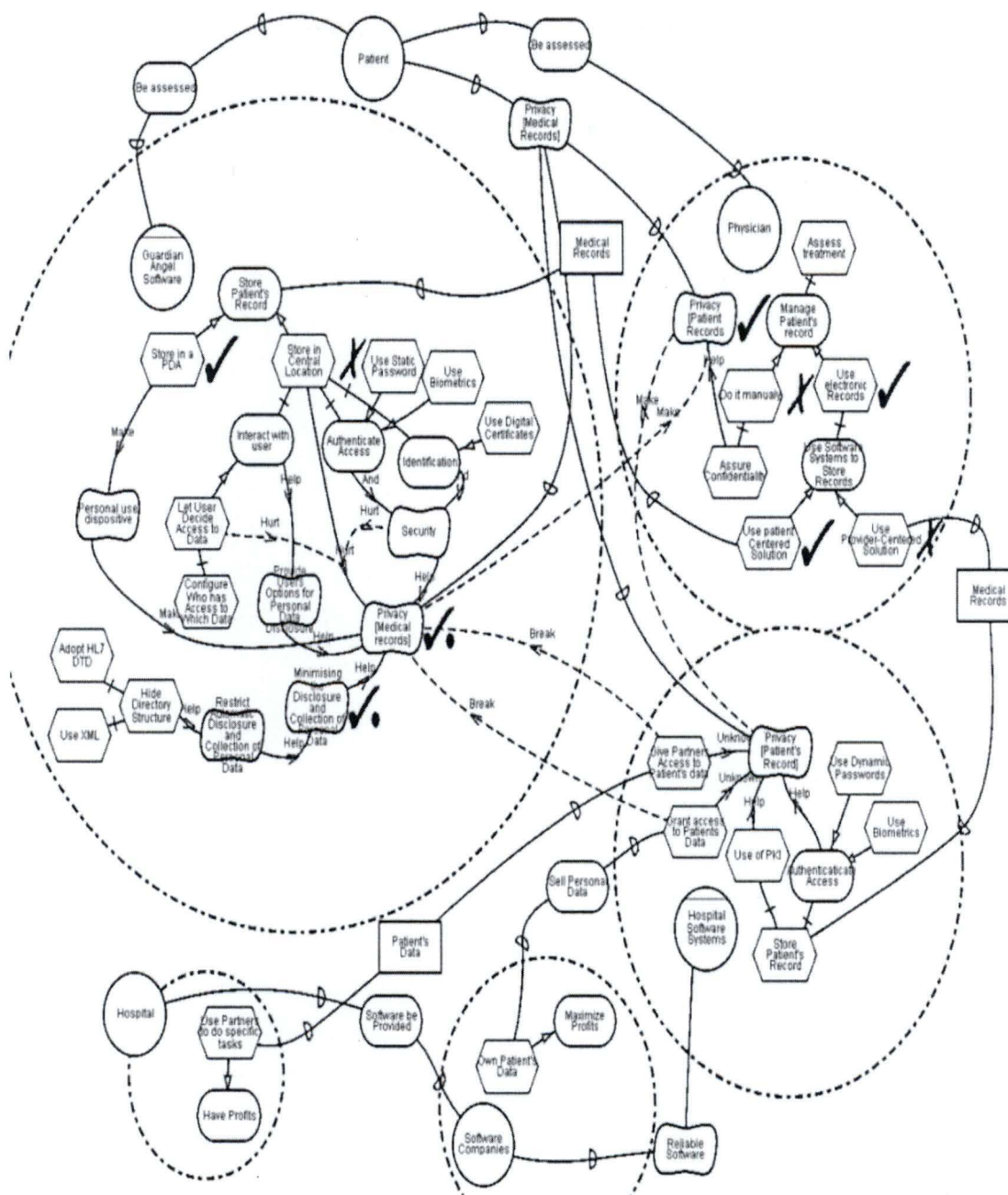
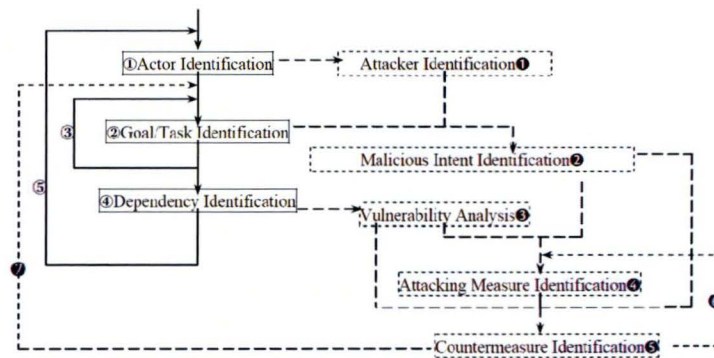


FIGURE 2.11 – La vie privée selon le point de vue de chaque agent avec  $i^*$  [7]

les exigences liées à la sécurité et à la vie privée, basée sur le framework  $i^*$ . Elle offre des mécanismes d'analyse pour aider les développeurs à mieux comprendre les différentes menaces et vulnérabilités que le système risque de présenter, les contre-mesures possibles, et comment ces éléments peuvent être combinés pour répondre aux exigences sur la sécurité et la vie privée. La Figure 2.12 montre le processus d'analyse proposé dans [8].



FIGURE 2.12 – Processus d'identification des menaces basé sur  $i^*$  [8]

### Vie privée et KAOS

Dans KAOS, il n'y a pas de distinction entre les exigences fonctionnelles et non-fonctionnelles. Les deux sont représentées par un *but*. Entre autre, van Lamsweerde a proposé une approche formelle afin d'analyser plus rigoureusement les menaces et contre-mesures de sécurité avec KAOS [9]. Les menaces sont considérées comme "anti-goals", représentant les mauvaises intentions d'un agent comme des obstacles aux buts de sécurité (voir Figure 2.13). Lorsque les menaces sont détectées, d'autres buts peuvent être alors définis pour neutraliser les menaces. Cette approche est notamment plus rigoureuse que les Misuse Cases d'UML. Cependant, KAOS ne fournit pas les constructions nécessaires pour modéliser et raisonner sur la dimension sociale du domaine. En effet, KAOS ne jouit pas du même niveau d'expressivité du contexte sociale par rapport à  $i^*$ . Il adopte un point de vue différent par rapport à  $i^*$ . Un modèle de buts KAOS donne une vision ensembliste des buts du système, où chaque but appartient au système et non à un agent. Les agents sont représentés uniquement afin de leur assigner les exigences de bas niveau. Il n'est donc pas possible de représenter les différentes visions de la vie privée, selon un agent ou un autre.

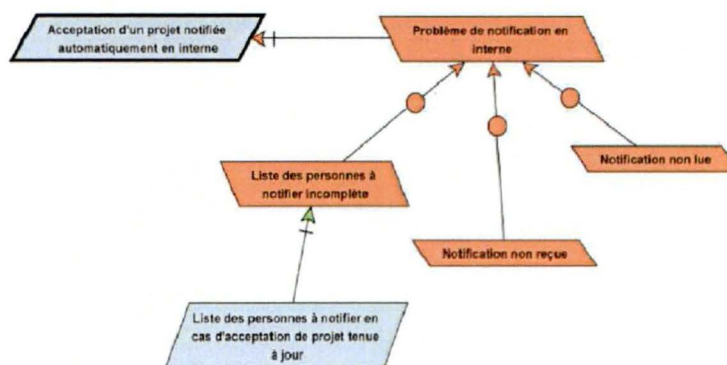


FIGURE 2.13 – Les concepts d'obstacles dans KAOS

## 2.3 L'approche orientée-but et les services ubiquitaire

Toutes ces approches sont systématiques dans l'identification des attaques et des menaces possibles mais aussi la définition des contre-mesures. Elles illustrent toutes un processus aidant à définir des buts de sécurité et de protection de la vie privée et aidant à identifier des moyens par lesquels ces buts peuvent être soit entravés soit satisfaits. Cependant, le processus d'identification des menaces est toujours un processus créateur. Il requiert une certaine expérience de ce qui s'est réalisé dans le passé afin d'inventer des scénarios possibles. Contrairement aux exigences fonctionnelles, que les parties prenantes sont capables d'exprimer quant aux objectifs du système, il n'est pas possible de savoir exactement comment les utilisateurs malveillants ont l'intention d'attaquer le système ou de violer la vie privée des utilisateurs.

De plus, les méthodes présentées sont conçues pour des systèmes traditionnels, c'est-à-dire, les logiciels pour poste fixe. Mais depuis plusieurs années, nous assistons à une forte expansion des appareils mobiles, notamment grâce aux développements importants des téléphones mobiles et des ordinateurs de poche. Cela représente un marché riche à exploiter pour les fournisseurs de services informatiques. Cependant, développer des services mobiles ubiquitaires à grande échelle demande un investissement considérable pour ces derniers. Dès lors, il est crucial, avant de lancer le développement d'une application, qu'une analyse approfondie des besoins et des exigences des utilisateurs soit réalisée. Le processus d'identification et de spécification des exigences pour des systèmes traditionnels est depuis longtemps étudié dans le domaine de l'ingénierie des exigences. Néanmoins, les systèmes ubiquitaires présentent des propriétés qui les différencient des systèmes traditionnels. Les principales propriétés sont les suivantes :

- un environnement dynamique, c'est-à-dire, le lieu d'utilisation du service peut changer ;
- une connexion internet variable ;
- des caractéristiques variables du support mobile : type de plateforme, taille de l'écran, etc. ;
- une utilisation de ressources beaucoup plus faible que les systèmes traditionnels ;
- un nombre faible d'input et d'output disponibles ;

Ces propriétés contribuent au fait que les méthodes existantes sont inadéquates pour les systèmes ubiquitaires [28]. Le développement de ce type de systèmes requiert une nouvelle approche dans le domaine de l'ingénierie des exigences, en particulier dans l'analyse et la modélisation des exigences liées à la vie privée. Nous savons que la technologie, qu'elle soit mobile ou non, affecte fortement la vie privée des utilisateurs. Or, aucune méthode orientée-but, à notre connaissance, n'a été spécialement étudiée pour traiter l'analyse des exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile. Il est alors intéressant de se pencher sur ce sujet.



## 2.4 Résumé du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons discuté de l'approche orientée-but de l'ingénierie des exigences et de son intérêt croissant. Les deux notations majeures, KAOS et  $i^*$  ont été présentées et brièvement illustrées.

Ensuite, nous avons abordé le sujet de la vie privée et de sa relation particulière avec le monde de l'informatique. En effet, la vie privée devient de plus en plus sensible, en raison du développement des technologies et de l'Internet, ce qui favorise un monde interconnecté où une masse d'informations voyage librement et très facilement.

Enfin, nous avons présenté plusieurs études concernant la modélisation de la vie privée et de la sécurité par des approches orientées-but. La notation  $i^*$  permet de représenter ce type d'exigences via le concept de *softgoal*. Une méthodologie basée sur la notation  $i^*$  fournit également les bases nécessaires pour identifier et modéliser des acteurs malveillants et leurs intentions. Quant à KAOS, il peut représenter des exigences de sécurité et de protection de la vie privée simplement avec le concept de *goal*, ainsi que les menaces de sécurité avec le concept d'*obstacle*. Cependant, les méthodologies ne sont pas spécialement étudiées pour modéliser et représenter des systèmes dans un cadre mobile. Or, les appareils mobiles représentent aujourd'hui une partie importante des technologies déployées. Il va donc être question dans ce travail d'adresser les exigences liées à la vie privée des utilisateurs dans un cadre mobile.

## Chapitre 3

# Analyse d'exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile

Dans le chapitre précédent, nous avons identifié dans la littérature que les objectifs d'un système informatique sont facilement exprimables avec des langages orientés-but. Les exigences liées à la sécurité et à la vie privée sont également représentables. Cependant, ces méthodologies ne sont pas adéquates pour étudier un système dans un cadre mobile.

Dans ce chapitre, nous allons nous intéresser à un problème plus actuel concernant la gestion de la vie privée. En effet, nous allons étudier ce sujet dans un cadre d'utilisation de téléphones mobiles de troisième génération. Une méthode innovatrice d'analyse des exigences a été proposée dans le but de récolter des informations plus riches sur les comportements des utilisateurs d'appareils mobiles et leur manière de gérer leur vie privée. Nous analyserons les résultats de l'application de cette méthode, qui ont révélé de nouveaux comportements et de nouveaux facteurs d'influences.

### 3.1 Informatique ubiquitaire et analyse des exigences

#### 3.1.1 Monde ubiquitaire

Suite au développement massif des technologies mobiles lors de ces dix dernières années, le téléphone mobile est devenu bien plus qu'un simple appareil à effectuer des appels. Il constitue un point d'accès pratique à une quantité massive d'informations, et est équipé d'un panel de fonctionnalités riches et diverses. Au delà d'être un simple gadget, le mobile est devenu un outil polyvalent et structurant fortement notre vie quotidienne et nos habitudes. C'est ce qu'avait décrit Mark Weiser, il y a déjà 15 ans, comme l'informatique *ubiquitaire* : monde de terminaux informatiques interconnectés via des réseaux, qui entourent les gens et les aident dans tout ce qu'ils entreprennent ([www.w3.org](http://www.w3.org), 2006). Aujourd'hui, un utilisateur est en mesure d'accéder à de multiples systèmes disponibles



sur le Web, depuis des lieux divers et nombreux. Le mobile offre entre autre la possibilité d'utiliser de nombreuses applications, qu'elles soient ludiques, pratiques ou multimédia, ainsi que d'autres applications prévues à l'origine pour les ordinateurs.

En effet, le téléphone portable dispose progressivement de caractéristiques lui permettant de rivaliser facilement avec un ordinateur : grand écran, connexion 3G, applications web, etc. Il lui ressemble de plus en plus, mais avec une différence significative : la *mobilité*. Les utilisateurs de mobiles peuvent aisément réaliser des activités qu'ils effectuent habituellement sur leur ordinateur. Ainsi, effectuer des achats en ligne, bloguer ou encore communiquer via des réseaux sociaux sont réalisables à partir de ce type d'appareils. Ils peuvent naviguer partout et à tout moment. Il n'y a donc plus de frontière séparant le monde Internet du monde mobile.

Cependant, ces applications posent un nouveau problème souvent négligé par leurs créateurs : *les impacts sur la vie privée*. En effet, il arrive bien souvent qu'aucun mécanisme ne soit disponible pour contrôler et gérer la vie privée des utilisateurs, conduisant la plupart du temps à une violation de l'espace personnel. Par exemple, avec les services de géolocalisation, le mobile peut se montrer très utile mais également très intrusif pour les utilisateurs.

### 3.1.2 Difficultés d'analyse

Tel qu'il a été montré au chapitre 2, la recherche est actuellement très active dans le domaine de la sécurité et de protection de la vie privée. Néanmoins, l'analyse des exigences concernant la gestion de la vie privée des utilisateurs reste un sujet sensible et difficile à réaliser. Les méthodes employées sont généralement des questionnaires ou de simples interviews. Elles permettent effectivement de rassembler des informations utiles, mais elles ne fournissent qu'un aperçu réduit sur ce que les utilisateurs ressentent vraiment et sur ce qu'ils ont réellement besoin concernant la protection et la gestion de leur vie privée. Il est effectivement difficile pour les utilisateurs, sans qu'ils soient en situation réelle, de prévoir et anticiper complètement leurs besoins de protection et leurs préférences dans la gestion de la vie privée. De plus, une méthode telle que proposée dans [7] reste orientée-système, car les exigences sont identifiées en se basant sur des possibles failles et des possibles utilisateurs malveillants du système et non pas sur les désirs des utilisateurs.

L'activité d'observation peut sembler être un meilleur choix. Cependant, observer les utilisateurs pendant des heures n'est ni pratique ni utile, étant donné qu'elle a pour effet de changer significativement les comportements, surtout quand il est question de vie privée.

Dans un cadre mobile, il est évident que l'étude du comportement des utilisateurs soient une activité bien plus compliquée. En effet, le facteur mobilité rend la tâche plus difficile, car cela reviendrait à "surveiller" les usagers partout et à tout moment. Sans compter que l'observateur (humain ou matériel) ne doit en aucun cas se faire remarquer,



sous peine de susciter un sentiment de violation de son espace privé et ainsi altérer son comportement.

Dans le but de développer une application qui s'accorde avec le respect de la vie privée, il est donc important de repenser les méthodes utilisées dans le processus d'ingénierie des exigences. L'analyse des exigences requiert effectivement une étude plus approfondie des désirs et des attentes des utilisateurs dans le cadre de l'informatique ubiquitaire, tel que nous l'avons souligné dans le chapitre 2. Mais avant de nous lancer dans la modélisation d'exigences dans le cadre mobile, nous allons d'abord nous pencher sur l'identification des différents besoins et exigences des utilisateurs mobiles concernant les services ubiquitaires. Nous allons donc analyser le comportement de ces utilisateurs, relativement à la gestion de leur vie privée, et en tirer les éléments distinctifs par rapport aux systèmes informatiques traditionnels.

## 3.2 Nouvelle approche d'étude

### 3.2.1 Présentation de la nouvelle méthode

Dans l'étude [31], les auteurs se sont penchés sur le problème de l'observation de comportements spontanés dans des situations réelles et de l'analyse des exigences concernant la vie privée dans un cadre mobile. Ils ont constaté que les méthodes traditionnelles présentent des lacunes à fournir des données pertinentes et proches de la réalité. Ils ont donc proposé une nouvelle approche pour étudier comment les utilisateurs gèrent réellement leur vie privée dans un cadre mobile. Cette méthode permet de réaliser une analyse riche sur les problèmes de la vie privée, sur base de techniques classiques utilisées de manière novatrice.

Cette méthode est divisée en deux parties :

1. Questionnaire avec memory phrase : étant donné l'impossibilité de suivre physiquement les usagers, un questionnaire est rempli directement sur le même appareil qui est utilisé pour l'étude. Cela simplifie la participation de l'utilisateur car il ne doit pas employer plusieurs supports et cela permet de récolter facilement des données dès l'utilisation du mobile. Le questionnaire ne compte que quelques questions à choix multiples, ainsi qu'un champ libre appelé memory phrase. Celui-ci consiste à introduire une phrase qui décrit ou se réfère à l'évènement observé et permettra à l'utilisateur de se remémorer plus aisément et plus en détail l'évènement en question.
2. Interview contextuelle différée : à la fin de l'étude, les participants sont interviewés sur les événements observés durant l'étude. Les questionnaires sont alors utilisés pour diriger l'interview, afin de replonger le participant dans les différents contextes vécus, surtout à l'aide des memory phrases. Ainsi, cela favorise significativement la richesse des informations fournies par le participant.



### 3.2.2 Application de la méthode

L'approche précédemment exposée a été appliquée à un petit groupe d'utilisateurs de téléphones mobiles de type smartphone [31]. L'étude a observé les utilisateurs pendant qu'ils socialisaient sur leur mobile via l'application Facebook. Le but de cette expérimentation est de comprendre comment les activités Facebook s'intègrent avec d'autres activités journalières des usagers et d'identifier des comportements typiques face au problème de la vie privée dans un cadre mobile.

Le groupe était composé de 6 personnes volontaires, tous âgés entre 21 et 28 ans et travaillant ou étudiant dans deux universités anglaises. Ils disposaient également du même type de mobile (iPhone) car il bénéficiait par défaut de l'application Facebook et d'une bonne interface facilitant son utilisation. Entre autre, les participants avaient l'habitude de socialiser régulièrement via Facebook sur leur portable et étaient donc prédisposés à effectuer cette étude. Autre remarque, l'étude a été réalisée au début de l'année 2009, il est donc nécessaire de tenir en compte que le site Web Facebook ne disposait pas des mêmes fonctionnalités qu'à l'heure actuelle. Par exemple, toute information publiée sur le réseau virtuel était accessible par tous les contacts d'un utilisateur. Mais dorénavant, il est possible pour un utilisateur de choisir avec précision les personnes qui peuvent accéder à certains types d'informations, que celui-ci publie. Donc, certains arguments peuvent être contredits en analysant la version la plus récente du site Web.

### Résultats

Grâce à cette étude, il a été possible d'analyser comment, quand et où les participants interagissent avec leur service de réseau social via leur téléphone portable. Sont ressortis des facteurs contextuels qui ont déterminé les comportements des utilisateurs. Ces facteurs agissent comme des bornes ou des frontières abstraites, et limitent ou régulent les interactions entre le système et l'utilisateur. Ils se divisent en 5 catégories :

- **Personal Policy** : sur le réseau social Facebook, les participants prêtent une attention particulière aux informations qu'ils publient. Ils ne divulguent rien sur leur vie personnelle, tels que les problèmes de famille, de travail ou encore leur vie sentimentale. Ils préfèrent utiliser des canaux de communication sécurisés entre eux pour partager des informations privées, car tout ce qui est publié sur le réseau est visible par tous les contacts Facebook de l'utilisateur.

Voici quelques témoignages tirés des interviews (cf. annexe A) de l'étude [31] :

*"...Usually I tend to be specific on a certain topic which I'm ok that people know...I'm not happy people knowing about my relationship...or my personal problems, my working problems...I usually don't put these..."* (Participant Dr)

*"...Anything I feel is private to myself I keep it to myself. I have a lot of good friends*



*so if I want to share it I am happy to share it with all my friends. If there was something private, that is more close to me, like a girl that I liked and I wanted to share it with a friend I would do that in person rather than on Facebook.*" (Participant Dv)

On constate que les participants appliquent certains paramètres de confidentialité concernant leur vie personnelle ou ils choisissent de ne pas publier certaines informations car ils les considèrent comme privées.

- **Inside Knowledge** : les participants utilisent le contexte pour établir des communications publiques mais exclusivement compréhensibles pour certaines personnes. C'est-à-dire que l'information peut être visible pour tous les contacts. Néanmoins, elle ne peut pas être interprétée par quiconque, car celle-ci fait référence à un événement ou à une situation, dont les personnes concernées ont connaissance. Donc, seules ces personnes qui ont connaissance du contexte de l'information, peuvent la déchiffrer. L'utilisateur se sent alors protégé de toute intrusion dans sa vie privée.

*"There is a way if I want to target a specific person on specific things...if I want to have some support from particular people I tend to use that particular thing that relate to that person...that person reacts. If you go back to my status with Karis...I write down "Dario is missing katan...it's basically a war game...and am very close to Karis and her husband Chris and nobody else knows about that and Karis replies "I am missing that too and if you come in September we can play""* (Participant Dr)

*"...there is a separation between what you want people to know. If I talk about going to a disco with my friends I don't necessarily want my parents to know, not because here is something wrong with it, but because it's not important to them. Equally my parents wouldn't have a hope of getting around either Facebook or twitters, so I've got nothing to worry about."* (Participant Dv)

Les participants exploitent ainsi leur contexte pour établir des voies de communication privilégiées, exclusives ou privées avec certains individus ou groupes d'individus.

- **Etiquette** : dans la vie courante, le comportement des gens est bien souvent dirigé par un code de bonne conduite ou des principes de bonnes mœurs. Sur Facebook, on retrouve la même chose, surtout pour les usagers mobiles. Ceux-ci adaptent l'utilisation de Facebook selon le lieu ou les gens qui les entourent.

*"...aside places where I wouldn't do it...not because I wouldn't feel comfortable doing it...would be like at family events, family meals and things like that, cause it's more rude, so it's more the people..."* (Participant E)

*"...but I think like in library setting there is an unwritten rule that you don't look at anyone else's Facebook...I don't know is like a kind of etiquette that you don't look at anyone's Facebook..."* (Participant R)



Bref, il ressort que les participants suivent certains codes de conduite relatifs à des environnements spécifiques, afin de protéger leur vie personnelle.

- **Proximity** : dans certains endroits, les participants ont montré qu'ils utilisent leur appareil mobile proche de leur corps car ils se sentent mal à l'aise lorsqu'il y a des personnes inconnues dans leur entourage. Ils justifient cela par le fait qu'ils ne veulent pas que l'on puisse regarder le contenu affiché sur leur mobile, car cela ne les concerne pas.

*"...Things like buses and trains I don't feel so comfortable, because, I don't know, people, people I don't know, lots of people I don't know...so people, if they for example read some of the posts I have done...because they don't know the people that they are aimed at or the back-story...they'd probably come across quite differently and they would not understand them, it would look a little weird...yes (they would get) the wrong sort of, almost the wrong first impression..."* (Participant E)

*"...If people see the content I think it's not their business, I get a bit annoyed and frustrated and irritated...it my stuff, I don't want to share my stuff with you that I don't know..."* (Participant Dr)

*"...I think if there is a stranger sitting next to me on the bus and he can see I would feel uncomfortable I wouldn't want him to see because regardless of what I'm posting you know my friends messages they are still private and I wouldn't want a stranger to see them..."* (Participant R)

Donc, les participants adaptent la distance entre eux et leur appareil, afin d'éviter que les regards indiscrets de personnes inconnues et afin de protéger leur espace personnel.

- **Aggregation** : avec Facebook, tout est partagé avec tout le monde (ou plutôt avec tous les contacts). Cela peut créer des problèmes entre utilisateurs. En effet, des tensions peuvent apparaître entre le monde virtuel de Facebook et le monde réel. Ces tensions peuvent naître suite à l'exclusion de personnes, parmi les contacts Facebook, à une activité ou un évènement dans le monde réel. Ces personnes risquent donc de se sentir mises à l'écart et de créer des conflits avec d'autres utilisateurs.

*"...There was a social accident : we went outside we did some pictures and put them on Facebook and some of the people inside the close group asked why were we not invited to the dinner, so I started to be concerned about security and the fact that you need to share everything with everyone (of your friends)..."* (Participant Dr)

*"...and also my sister joined last year and told me, yes, Facebook ...you hadn't told me that you had it... a bit yes (she resented that I hadn't told her I was on it) because she was excited as well..."* (Participant Dr)

*"...I have had a few requests from family friends, I don't like to accept them because that put more of a restriction on what I can actually say on my Facebook because*



*that exposes me even more to my family. If I did let my family see it, it makes my Facebook activities more and more public so it restricts what I can write...(if they don't see it) it gives me a wider scope as to what I can write...*" (Participant R)

Ainsi, les participants se soucient et gèrent les tensions qui peuvent naître entre les membres de leurs réseaux sociaux réels et virtuels.

Au final, on peut constater que les participants semblent appliquer des politiques personnelles (*Personal Policy*), pour déterminer ce qu'ils veulent ou ne veulent pas partager sur un réseau social virtuel tel que Facebook. Ils semblent exploiter des connaissances contextuelles (*Inside Knowledge*) pour établir des voies de communications exclusives avec un nombre limité d'individus. Ils suivent également un code de conduite tacite (*Etiquette*) pour se protéger et pour être socialement "acceptables". Ils semblent aussi adapter leur position physique et celle du mobile (*Proximity*) afin de se protéger, ainsi que protéger ceux qui sont dans le réseau, de l'intrusion de ceux qui ne le sont pas. Enfin, les participants se soucient des interférences ou des tensions entre les réseaux réels et virtuels (*Aggregation*).

### 3.3 Emergence du contexte

Il a été montré dans l'étude [31] que les comportements et la gestion relatifs à la vie privée d'utilisateurs de technologies mobiles sont fortement liés à des facteurs socio-culturels qui émergent au moment de leur utilisation. Il est donc question des valeurs que porte chaque élément présent dans l'environnement, c'est à dire, le *contexte*.

Depuis plusieurs années, il est reconnu que la propriété principale des applications ubiquitaires est la *context-awareness* [32]. Cela signifie que les systèmes embarqués sur mobile sont capables d'observer leur environnement, sont "conscients" de leur environnement et sont capables de réagir à certains changements de celui-ci [33]. En effet, dans [34], le contexte est défini comme un ensemble de paramètres environnementaux qui détermine le comportement d'une application.

Il est évident, au regard de la littérature, qu'il n'existe pas une seule et unique définition du contexte. Dans les premiers travaux, cette notion se limitait habituellement à des facteurs physiques facilement quantifiables, tels que le temps ou l'espace. Par exemple, Brown *et al.* [35] avaient défini le contexte par le lieu, l'heure du jour, la température, etc.

Aujourd'hui, la notion de contexte est bien plus sophistiquée et complexe. Elle se caractérise par des concepts plus subjectifs et abstraits [31, 36]. En 1999, Dey *et al.* [33] avaient déjà avancé une définition annonciatrice du contexte. Ils considéraient le contexte comme une *information situationnelle implicite* : "*Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the*



*user and applications themselves.*"

Dans son article [36] datant de 2004, Dourish a exposé une nouvelle vision. Selon lui, le concept de contexte est défini non pas par les actions, les acteurs et tout ce qui les entoure, mais bien par la *signification* ou la *valeur* subjective qu'acquièrent ces éléments au regard du sujet (qui peut être un individu ou un groupe d'individus). De plus, il considère le contexte comme une entité *émergente* dont la pertinence est dynamiquement déterminée par les interactions sociales. Les résultats présentés dans l'étude [31] appuient notamment ses propos.

Mancini *et al.* [31] comparent également le contexte à la notion de *place* utilisée en sociologie [38]. Pour Thomas Gieryn, le concept de *place* : "...stabilizes and gives durability to social structural categories, differences and hierarchies; arranges patterns of face-to-face interaction that constitute network-formation and collective action; embodies and secures otherwise intangible cultural norms, identities, memories...". En d'autres termes, la place est essentiellement une collection d'objets ou de choses chargées de valeurs sociales ou culturelles, d'émotions ou de mémoires. A l'inverse de la notion de *space* qui ne dénote qu'un ensemble de données géométriques détachées de toute interprétation culturelle.

Les travaux [31] et [36] mettent en lumière les aspects de valeur sociale d'un élément contextuel et d'émergence dynamique du contexte. Cependant, on constate que cette notion de contexte est très difficile à définir. La raison principale pour laquelle il n'est pas possible de donner une définition précise, est que cette notion est très large. Elle fait référence à toutes sortes d'éléments, qu'ils soient physiques ou abstraits, qui sont pertinents pour expliquer une situation donnée. De plus, la pertinence d'un élément peut être de nature subjective et varier d'une personne à l'autre. D'ailleurs, [33] affirme qu'il n'est pas possible d'énumérer tous les aspects contextuels importants d'une situation.

Toutefois, il est important de déterminer, avec une certaine précision, la notion de contexte afin de pouvoir l'étudier rigoureusement. Plusieurs taxonomies du contexte ont été proposées dans la littérature [33, 34, 39, 40, 41], fournissant ainsi un niveau de détail plus élevé par rapport aux définitions du contexte citées plus haut. Une de ces taxonomies semble synthétiser au mieux cette notion. En effet, Krogstie résume le contexte en six types de composants [39] :

1. *Le contexte spatio-temporel* : décrit les aspects relatifs au temps et à l'espace. Par exemple : la date, la localisation, la vitesse, la direction, etc.
2. *Le contexte environnemental* : capture les entités qui entourent l'utilisateur, tels que les objets, les services, la température, les personnes et les réseaux.
3. *Le contexte personnel* : décrit l'état de l'utilisateur, c'est-à-dire, son état physiologique et mental : la pression artérielle, les pulsations, le poids, l'humeur, etc.
4. *Le contexte de tâche* : ceci concerne les objectifs, les tâches et les activités de l'utilisateur.



5. *Le contexte social* : décrit les aspects sociaux du contexte de l'utilisateur, tels que les informations sur les amis, la famille, ainsi que les fonctions sociales de l'utilisateur et des autres personnes.
6. *Le contexte informationnel* : reprend toutes autres sortes d'informations générales ou personnelles disponibles dans le contexte. Par exemples : les informations générales de l'utilisateur, le temps qu'il fait à l'extérieur, etc.

Dans la suite du travail, nous allons donc utiliser la taxonomie proposée par Krogstie. En effet, celle-ci regroupe, de façon la plus complète et détaillée, les différentes catégories d'éléments identifiables dans un contexte donné [28], notamment le point 5. qui illustre bien l'aspect socio-culturel du contexte mis en avant précédemment. Ainsi, cela permettra de simplifier notre étude sur la modélisation des exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile, ainsi que l'analyse de l'impact des propriétés contextuelles sur ces exigences.

### 3.4 Adaptabilité selon le contexte

*En quoi le contexte est-il pertinent dans l'analyse des exigences sur la vie privée ?*

L'étude Facebook [31] a révélé que les participants ont montré une sensibilité élevée par rapport au contexte d'utilisation des téléphones mobiles. En effet, ils adaptent leur pratiques en fonction de leur environnement et des valeurs que porte chaque élément qui les entoure (i.e. le contexte). Ainsi, on peut voir que certains participants n'utilisent pas Facebook pendant qu'ils sont en famille car ils considèrent cela comme impoli, contrairement en présence d'amis ou d'un jeune membre de la famille, car le contexte est différent : ce n'est pas une réunion familiale, ce qui en résulte un changement implicite de la valeur de cette situation. C'est notamment l'aspect d'*adaptabilité* qu'il est possible de constater dans les catégories *Etiquette* et *Proximity*. Les participants se limitent à utiliser certaines fonctionnalités du système (voire même aucune), selon le contexte rencontré. Il serait donc intéressant que les appareils mobiles puissent fournir des services intelligents, capables d'anticiper les désirs et les réactions des utilisateurs, et d'interagir adéquatement avec ceux-ci selon leur contexte. Ainsi, avec la taxonomie présentée plus haut, les propriétés contextuelles d'un système ubiquitaire gagnent en importance. Car il est possible déterminer quels sont les attributs contextuels qui changent dans le contexte de l'utilisateur, et quelle doit être la réaction du système lorsque ses changements se produisent.

Dans [37], la question de *privacy context* a été abordée et une définition riche a également été proposée. Il est donc intéressant d'étudier précisément le contexte car il représente un facteur essentiel dans le comportement des utilisateurs. Saisir leurs contextes signifie saisir leurs comportements spontanés. Car celui-ci agit implicitement mais significativement sur les utilisateurs. Il permet donc de comprendre essentiellement ce



qui motive les usagers à adopter certains comportements relativement à la gestion et la protection de leur vie privée, tel qu'il en ressort de l'étude Facebook.

### 3.5 Critique

L'étude Facebook a principalement montré deux choses principalement :

1. *Une nouvelle approche d'observation* : cette approche a pour caractéristique de pouvoir observer les comportements spontanés d'utilisateurs nomades, en se basant sur des méthodes classiques. Elle consiste à faire remplir un petit questionnaire électronique (et à fournir une *memory phrase*) après l'utilisation de l'application concernée, et à effectuer une interview des participants en utilisant les *memory phrase* dans le but de remémorer le contexte aux participants et analyser le comportement.
2. *Le contexte influence l'utilisateur nomade* : la nouvelle approche a été appliquée sur un groupe d'utilisateurs et a révélé que le contexte influence fortement la façon dont un utilisateur va employer son appareil mobile et surtout comment il gère sa vie et son espace personnel.

En ce qui concerne la méthode d'observation, il est clair que l'utilisation d'un petit questionnaire électronique à choix multiples facilite beaucoup la tâche de saisie de données, que ce soit pour l'utilisateur ou pour les observateurs. L'atout majeur de ce questionnaire est la *memory phrase*. Grâce à elle, il est plus aisé pour le participant de se souvenir des différents contextes et permet aux observateurs de recueillir des informations plus riches. Cette technique se montre plutôt efficace et ne semble pas être intrusive au regard des participants.

Cette pratique permet donc d'observer à posteriori le comportement spontané d'utilisateurs. Néanmoins, elle nécessite l'utilisation d'appareils mobiles ainsi que la possibilité de pouvoir contrôler les activités de l'utilisateur pour savoir quand envoyer exactement le questionnaire. Rien ne garantit que le participant remplisse le formulaire si l'application ne réagit pas automatiquement en le lui soumettant après chaque utilisation. Une autre condition bien plus importante est à signaler. En effet, la méthode ne s'emploie seulement si une application existe déjà. Alors, il n'est plus question d'ingénierie des exigences, c'est-à-dire un processus d'identification et de représentation des objectifs d'un système à développer [1], mais plutôt de ré-ingénierie des exigences.

Quant aux résultats obtenus, suite à l'application de la méthode pour observer des utilisateurs de Facebook, ils ont mis en lumière le contexte comme un facteur significatif de leur gestion de la vie privée, dans le cadre mobile. Bien que les résultats obtenus soient d'une grande pertinence, ils ne peuvent pas être considérés comme représentatifs. En effet, le nombre de participants doit être assez élevé pour pouvoir représenter le plus fidèlement possible la population ciblée. Pour ce faire, il est nécessaire d'utiliser la technique statis-



tique d'échantillonnage. Dans ce cas-ci, il n'est nullement mentionné l'application d'une technique statistique. De surcroît, la taille de l'échantillon semble être assez faible, car l'étude s'est basée sur l'observation d'un groupe de 6 personnes.

Une dernière critique, et non des moindres, concerne les cinq facteurs d'influences que Mancini *et al.* présentent dans leur article. L'objectif premier de leur méthode d'observation est de faire une analyse plus riche des exigences liées à la vie privée des utilisateurs nomades. Le résultat de l'application de cette méthode a fait ressortir l'importance du contexte ainsi que des facteurs d'influences. Or, chaque facteur ne concerne pas simultanément l'ubiquité d'un système et la vie privée. Le seul élément en commun est le contexte socio-culturel. *Personal Policy* et *Inside Knowledge* n'ont aucun rapport avec le cadre mobile. Ils concernent le contexte socio-culturel d'une information. Ce contexte est défini comme un critère pour déterminer si une information est privée ou publique (*Personal Policy*) ou bien il permet de créer de voies de communication privées (*Inside Knowledge*). De même pour *Aggregation*, ce facteur est relatif au contexte des réseaux sociaux virtuel et réel. *Etiquette* et *Proximity* sont les seuls à réunir vie privée et contexte mobile. Ce sont les deux principaux facteurs que nous allons analyser dans ce document, car ils reflètent pertinemment les comportements des utilisateurs mobiles face à un contexte dynamique.

Il n'en reste pas moins que l'étude a apporté un nouveau regard sur la vie privée dans le monde de l'informatique ubiquitaire. Elle souligne l'importance de remettre en question tous nos présupposés concernant la protection de la privée et le côté statique de sa gestion. En effet, dans le développement d'un système mobile, il est crucial de se projeter dans une vision centrée sur l'utilisateur [37] afin de comprendre comment il agit et surtout comment il interagit à chaque instant avec son contexte et son appareil mobile.

### 3.6 Résumé du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons présenté la nouvelle approche d'analyse des exigences proposées dans [31]. Cette approche a été conçue dans le but d'obtenir des informations plus détaillées concernant les exigences sur la vie privée d'utilisateurs nomades. L'objectif est d'avoir une vision plus exacte sur leur manière de gérer la vie privée lorsqu'ils utilisent un téléphone portable. Malgré l'absence d'une validation correcte de la méthode, les résultats de son application avec des utilisateurs de Facebook ont révélé des facteurs contextuels importants, divisés en cinq catégories : *Personal Policy*, *Inside Knowledge*, *Etiquette*, *Proximity* et *Aggregation*. Ces facteurs sont dits contextuels, car le contexte de l'utilisateur mobile agit de façon significative sur celui-ci et influence sa manière d'utiliser le mobile et de gérer sa vie privée.

Entre autre, nous avons relaté les définitions de la notion de contexte présente dans la littérature, pour finalement proposer d'utilisation de la taxonomie de Krogstie dans le



but de pouvoir l'étudier plus aisément. L'aspect adaptatif de l'utilisation du mobile a été également discuté et reconnu essentiel dans l'analyse de la gestion de la vie privée des utilisateurs de mobile. Ainsi, le challenge, pour la suite de notre travail, est d'exprimer au mieux la manière dont les utilisateurs se comportent et adaptent leur comportement pour mieux gérer leur vie privée dans un cadre mobile, en fonction de leur contexte, afin de pouvoir construire une application qui s'accorde avec cette gestion de la vie privée.

## Chapitre 4

# Evaluation de la modélisation du contexte mobile avec des langages orientés-but

Dans ce chapitre, nous allons aborder la modélisation des concepts discutées dans le chapitre précédent. Les résultats de l'étude Facebook [31] décrivent des nouveaux modes de comportements des utilisateurs (relatifs à une utilisation nomade de technologies) et nous allons les formuler dans des langages de modélisation orientés-but. Les notations KAOS et  $i^*$  vont être utilisées pour modéliser les différentes exigences tirées de l'étude Facebook.

Le choix d'utiliser ce type de notations est motivé tout d'abord par le fait que celui-ci se base sur les notions de *buts* et d'*agents*, et il permet de manipuler directement les intentions et les objectifs des parties prenantes du système. Entre autre, les langages orientés-but capturent les attentes et les propriétés du système explicitement exprimées par les différentes parties prenantes, pendant le processus d'élaboration des exigences.

Cependant, nous ne nous intéresserons pas au processus de modélisation en lui-même dans ce travail, seules les capacités de représentation seront étudiées. Notre objectif est d'identifier une notation capable d'exprimer au mieux comment les utilisateurs gèrent leur vie privée dans un cadre mobile, c'est-à-dire, une notation qui puissent modéliser le *contexte* et l'*adaptabilité* des besoins des utilisateurs face au changement du contexte. La comparaison des processus ne s'applique donc pas ici, car nous allons considérer l'étude Facebook comme la phase d'analyse des exigences des utilisateurs de mobiles et nous utiliserons les résultats présentés dans cette étude.

Enfin, les différents langages vont être comparés et critiqués sur leur capacité à représenter ces deux concepts mises en lumière précédemment.



## 4.1 Méthode d'évaluation des approches orientées-but

Dans le chapitre précédent, nous avons constaté que les technologies mobiles ont bouleversé le mode de vie de notre population actuelle. Chaque jour, le téléphone mobile prend une place plus grande dans nos vies et change notre quotidien. De surcroît, le contexte de son utilisation a été reconnu comme un facteur clé qui détermine nos agissements et nos interactions sociales, notamment au niveau de notre gestion de la vie privée. En effet, le contexte est une entité complexe à multiples facettes, qui nous influence via la perception que nous en avons d'elle. Il est important de rappeler également que la principale propriété des applications ubiquitaires est la *context-awareness* [28], c'est-à-dire que ces systèmes sont aussi influencés par leur contexte et celui de l'utilisateur.

Les interviews de l'étude Facebook ne représentent qu'une source brute d'informations. Néanmoins, il est crucial d'explicitement formellement l'ensemble du contexte, afin qu'il soit pris en compte lors des phases de spécification et de conception du système. Il est donc opportun de modéliser en détail le contexte des utilisateurs de mobiles qui influence la gestion de leur vie privée, ainsi que l'adaptabilité de leur comportement et de leur utilisation du mobile face à un changement du contexte. Par conséquent, nous allons nous baser sur la taxonomie du contexte proposée par Krogstie [39] et présentée dans le chapitre 3 (rappel des composants ci-dessous), ainsi que les principales situations exposées durant les interviews des participants de l'étude Facebook.

**Rappel.** Krogstie décompose le contexte en six types de composants :

1. *Le contexte spatio-temporel* : décrit les aspects relatifs au temps et à l'espace.
2. *Le contexte environnemental* : capture les entités qui entourent l'utilisateur.
3. *Le contexte personnel* : décrit l'état de l'utilisateur.
4. *Le contexte de tâche* : concerne ce que l'utilisateur est en train de faire.
5. *Le contexte social* : décrit les aspects sociaux du contexte de l'utilisateur.
6. *Le contexte informationnel* : informations générales et personnelles.

Une analyse des différentes méthodes orientées-but va être effectuée en détail sur leur capacité de représenter le contexte et l'adaptabilité de l'usage du système par les utilisateurs selon les contextes possibles. Les notations KAOS et  $i^*$  vont être comparées. Elles vont être analysées pour déterminer quelles sont les constructions disponibles et les types de modèles, afin de pouvoir modéliser les deux notions étudiées.

A cet effet, nous allons de façon systématique vérifier la présence de symboles ou de constructions permettant de modéliser les notions. Ainsi, pour chaque notion, nous allons passer en revue les notations  $i^*$  et KAOS. Tout d'abord, concernant le contexte, les six composants identifiés dans la taxonomie du contexte vont être étudiés de manière

exhaustive et ils vont être illustrés s'il existe un moyen de les modéliser. Nous donnerons également une évaluation du niveau d'expressivité du langage pour chaque composant du contexte. Ensuite, pour ce qui est de l'adaptabilité des besoins des utilisateurs, il s'agit de vérifier si les langages permettent de représenter le côté dynamique et changeant des buts exprimés par les parties prenantes du système. Aucun détail supplémentaire n'a été donné dans le chapitre précédent, alors il sera question d'analyser de façon globale les capacités des langages à modéliser l'aspect adaptatif et dynamique d'un système.

## 4.2 Evaluation de la modélisation du contexte

### 4.2.1 La notation $i^*$

#### 1. Le contexte spatio-temporel.

Pour ce premier type d'éléments,  $i^*$  ne possède aucune construction permettant d'en représenter des instances. La déclaration d'un simple fait temporel tel que "*It's 8 pm*", ou encore la représentation d'une situation spaciale, telle que "*User Is At The Library*", sont impossible avec la notation  $i^*$ . La déclaratin d'une information spatio-temporelle est possible dans le cas d'une définition d'une donnée variable et non constante. En effet, dans un diagramme, les ressources "*Time*" et "*Location*" sont exprimables, mais il est interdit de définir des constantes telles que "*Time = 8 pm*" (Figure 4.1).

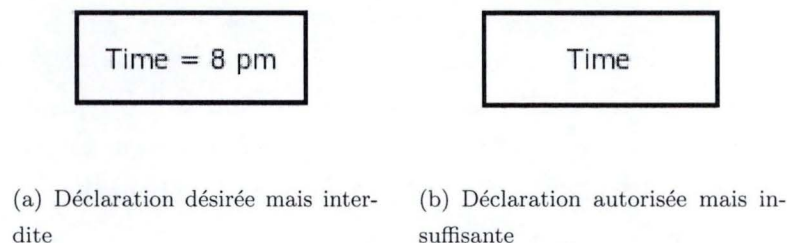


FIGURE 4.1 – Proposition de modélisation du contexte spatio-temporel avec  $i^*$

Néanmoins, il est possible de préciser une instance de ce type d'éléments dans un but, un softgoal ou une tâche, mais cela représenterait un but ou une action qu'un agent doit accomplir. Par exemple, la tâche "*Go At The Library*" illustre l'objectif d'un agent de se trouver dans une bibliothèque. Ceci est donc une intention de l'agent d'effectuer cette tâche. Or, le contexte n'est pas un objet ou une entité du système qui sert à accomplir le but d'un acteur. Au contraire, l'acteur subit les influences de ces éléments contextuels sur lesquels il n'a aucun contrôle.

Evaluation : **Mauvais**, Faible, Moyen, Bon, Très bon.



## 2. Le contexte environnemental.

Le contexte environnemental correspond aux entités qui entourent l'utilisateur : les personnes, les objets, les services, les réseaux etc. Cette catégorie est très importante car elle représente les entités physiques qui entourent l'utilisateur. Le contexte environnemental permet entre autre d'exprimer les situations du facteur *Proximity* étudié dans le chapitre précédent. Avec  $i^*$ , les personnes, les services et les logiciels peuvent être représentés par le symbole d'*agent*. Cependant, le langage ne prévoit pas de représenter les acteurs passifs du domaine, mais uniquement les acteurs actifs.

Situation 4.1 : "...I think if there is a stranger sitting next to me on the bus and he can see I would feel uncomfortable, I wouldn't want him to see because regardless of what I'm posting you know my friends messages they are still private and I wouldn't want a stranger to see them..I don't know I just think is a bit intrusive, it's like someone looking over your shoulders at a book you are reading..." (Participant R).

Exigence 4.1 : *Keep the mobile close to the body if strangers are nearby.*

Prenons comme exemple la situation 4.1 (cfr. facteur *Proximity* dans le chapitre 3), l'élément contextuel qui en ressort est la présence d'un individu étranger proche de l'utilisateur. Cet individu détermine par sa présence une situation où l'utilisateur se soucie de sa vie privée et ne souhaite pas que cette personne puisse voir les informations sur son mobile. Le modèle de la Figure 4.2 propose plusieurs façons de représenter l'exigence 4.1 : avec les concepts de tâche et d'acteur. Une tâche est une action dont l'agent a exprimé le désir ou le besoin d'effectuer, or dans ce cas-ci ce n'est par une action souhaitée par l'acteur (a). Ceci représente une situation qu'il est en train de subir. Il va de même pour la représentation de l'individu en tant qu'acteur (b). Pour autant qu'il fasse partie du domaine, il ne peut pas être considéré comme un acteur intentionnel, car les utilisateurs subissent les influences du contexte de façon non volontaire.

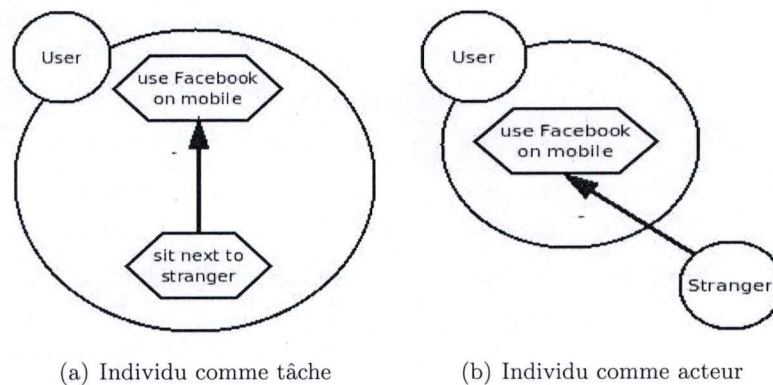


FIGURE 4.2 – Différentes propositions pour modéliser le contexte environnemental avec  $i^*$

En ce qui concerne les objets physiques, il n'est pas possible d'utiliser le concept de ressource. En effet, par définition, une ressource peut représenter toute entité physique ou informationnelle, mais il est toujours question d'entité que l'acteur désire avoir à sa disposition. La nuance est subtile mais elle est clairement exprimée dans la définition de la notation [16].

Evaluation : Mauvais, **Faible**, Moyen, Bon, Très bon.

### 3. Le contexte personnel.

Cette catégorie du contexte reprend les attributs physiologiques et mentaux de l'utilisateur. Le concept de ressource pourrait sembler convenir pour modéliser ce type de composant. En effet, on peut très bien définir une ressource "Heart Beat" et la relier à un but tel que "Control User Health". Cependant, une ressource n'est pas prévue pour représenter un état physique ou mental particulier d'un acteur, tel que "Heart Beat at 100" ou encore "Happy". Le raisonnement est identique à celui développé pour le contexte spatio-temporel.

Evaluation : **Mauvais**, Faible, Moyen, Bon, Très bon.

### 4. Le contexte de tâche.

Il est évident que la notation  $i^*$  soit adaptée pour ce type de composants.  $i^*$  est avant tout un langage orienté-but, dont les concepts principaux sont les buts, les tâches et les ressources. Ceux-ci sont généralement associés à un acteur du système et représentent leurs propriétés intentionnelles. Le langage permet ainsi d'exprimer les objectifs des différents acteurs et il permet surtout de connaître l'acteur qui a l'intention de réaliser ces objectifs. Cependant,  $i^*$  ne permet pas de représenter l'activité courante de l'utilisateur, à savoir, ce qu'il est en train de faire.

Situation 4.2 : "...places where I wouldn't do it... not because I wouldn't feel comfortable doing it...would be like at family events, family meals and things like that, cause it's more rude..." (Participant E)

"...At times you may do it during lectures (don't mind being seen). (...) (other people do that as well)..." (Participant Dv)

Exigence 4.2 : Don't use Facebook on the mobile if the user is attending a family event, but it's ok if the user is attending a lecture.

L'exigence 4.2 illustre bien le cas d'une activité de l'utilisateur qui prend lieu en dehors du système mais au même moment. L'activité "Attending A Family Event" est significative car elle a une influence sur l'utilisateur. Il est donc important de pouvoir représenter ces situations, ce que ne permet pas  $i^*$ .

Evaluation : Mauvais, Faible, Moyen, **Bon**, Très bon.



### 5. Le contexte social.

La notation  $i^*$  est particulièrement bien adaptée pour modéliser le contexte organisationnel et social d'un système. En effet,  $i^*$  est également une notation orientée-agent. Elle permet de représenter les parties prenantes du domaine et les dépendances entre ces parties. Les concepts clés sont les *acteurs*, qui représentent les différentes parties prenantes et peuvent être définis plus précisément comme *agent*, *rôle* ou *position*, les *dépendances*, un acteur dépend d'un autre acteur pour satisfaire un but, et les *associations d'acteurs*, qui expriment les relations organisationnelles entre parties prenantes (i.e. *ISA*, *Occupies*, *Plays*, etc.).

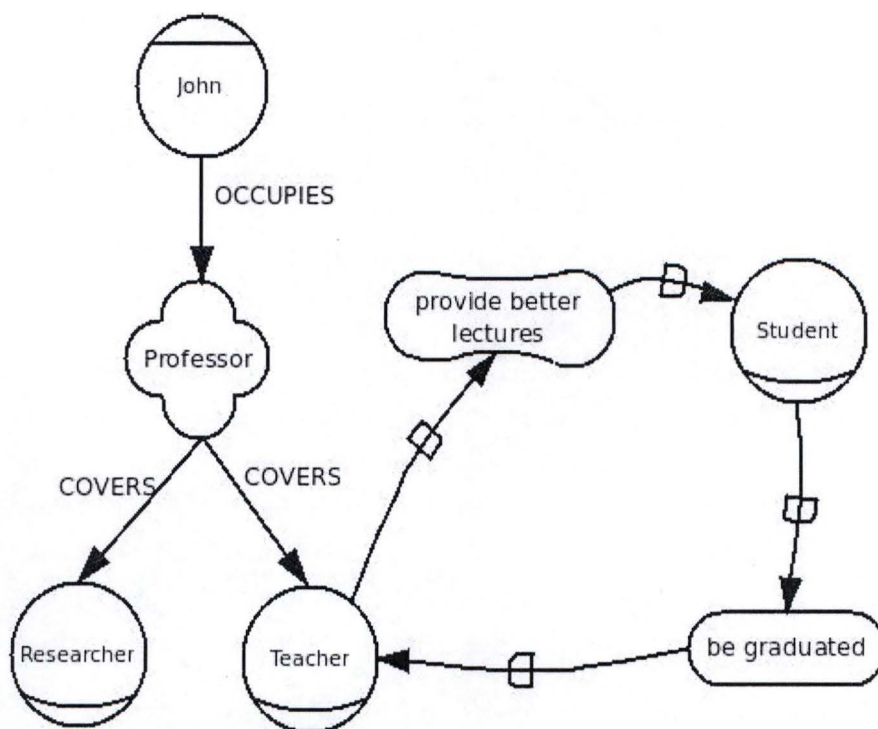


FIGURE 4.3 – Modèle  $i^*$  du contexte social dans une université

Le modèle de la Figure 4.3 montre le contexte social et les dépendances qu'il peut exister entre professeurs et étudiants. Par exemple, l'agent *John* occupe la position de *Professor*, qui lui-même recouvre deux rôles particuliers : *Researcher* et *Teacher*. Le modèle montre également qu'il existe une dépendance entre *Student* et *Teacher*, et montre que l'étudiant dépend du professeur pour pouvoir satisfaire son but de *Be Graduated*.

Dans le chapitre 3, nous avons mis en avant un autre aspect de socio-culturel relatif au contexte. Le facteur d'*Etiquette* illustre les règles de bonne conduite à adopter selon un contexte donné ou bien les valeurs sociales que peuvent susciter certaines situations. Il est possible de représenter ces éléments grâce au concept de *belief*. En effet, celui-ci est une condition sur le monde qu'un acteur considère comme vraie. Il permet de déclarer

un attribut contextuel ainsi que la valeur que celui-ci porte dans la même construction. Il peut notamment influencer (positivement ou négativement) sur la réalisation des buts dans le modèle, via les liens de contribution.

Situation 4.3 : "...I think like in library setting there is an unwritten rule that you don't look at anyone else's Facebook..." (Participant E)

Exigence 4.3 : *Looking at profiles in a library is not accepted regarding friend's privacy.*

La notion *belief* correspond parfaitement aux codes de conduite, qui ont été identifiées dans l'étude Facebook (cfr. facteur *Etiquette* dans le chapitre 3) et illustrées par la situation 4.3. Le modèle de la Figure 4.4 exprime bien la règle de conduite de l'exigence 4.3 : la règle *Looking At Profiles In Library Is Not Acceptable*. Cependant, la relation entre le belief et le but n'est pas correct. Mais cela sera discuté au point suivant.

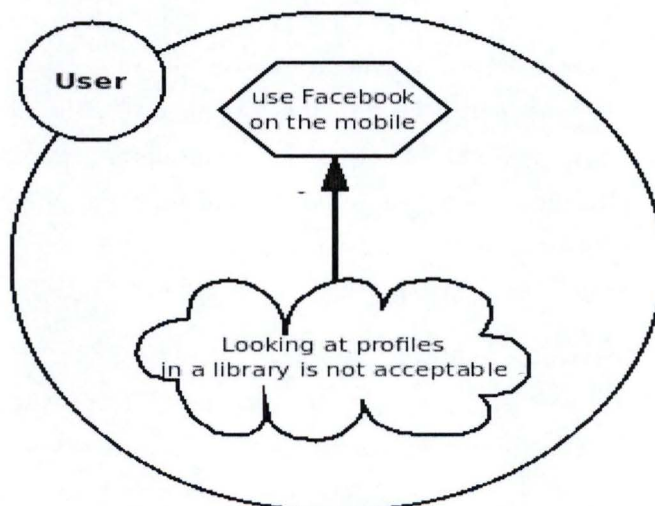


FIGURE 4.4 – Modèle  $i^*$  des codes de conduite sur Facebook avec le concept de *belief*

Evaluation : Mauvais, Faible, Moyen, Bon, **Très bon**.

#### 6. Le contexte informationnel.

Ce dernier composant est très vaguement défini, car il reprend toute autre information qui soit générale ou liée à une personne. Ce genre d'information peut être par exemple, le météo, le nom d'une personne, sa date de naissance et son état civil. Dans le chapitre 3, nous avons parlé du facteur *Aggregation* qui influence l'utilisateur Facebook lorsqu'il socialise sur le réseau social virtuel.

Situation 4.4 : "...I have had a few requests from family friends, I don't like to accept them because that put more of a restriction on what I can actually say on my Facebook because that exposes me even more to my family..."



(Participant R)

La situation 4.4 illustre le fait que l'utilisateur prend en compte le contexte virtuel dans lequel s'inscrit l'utilisation de Facebook. Ce contexte virtuel peut être vu comme une information contextuelle et correspond alors à ce type de composant. Cependant, il n'est pas possible de modéliser des informations générales avec  $i^*$ . Excepté pour le nom d'un acteur du domaine (voir la Figure 4.3), le reste ne peut pas être représenté.

Evaluation : **Mauvais**, Faible, Moyen, Bon, Très bon.

## 4.2.2 La notation KAOS

### 1. Le contexte spatio-temporel.

Tout comme  $i^*$ , KAOS ne permet pas de représenter des attributs spatio-temporels. Bien que l'on puisse déterminer des hypothèses sur l'environnement grâce au concept de propriété du domaine, cela ne peut pas s'appliquer pour définir des attributs de ce type. Pour rappel, une propriété du domaine représente une assertion réputée toujours vraie, telles que les propriétés sur la loi de l'appesanteur ou sur la vitesse de transfert d'un protocole réseau particulier. Dans ce cas-ci, nous désirons modéliser une situation particulière qui peut changer dans le temps, contrairement à une propriété du domaine qui reste stable dans tous les états du domaine.

Evaluation : **Mauvais**, Faible, Moyen, Bon, Très bon.

### 2. Le contexte environnemental.

Avec KAOS, le contexte environnemental peut être modélisé mais le langage ne laisse pas beaucoup, voir très peu de possibilités. Les acteurs du domaine et les composants logiciels sont représentés par le concept d'*agent*. Néanmoins, un agent apparaît dans un modèle KAOS si il se voit confier la responsabilité d'exécuter des opérations pour satisfaire des exigences ou des attentes du système. Aucun agent ne peut donc être représenté si il n'est pas responsable d'au moins un but dans le modèle. Il doit donc être un acteur actif du domaine pour pouvoir y apparaître.

Dans le *modèle des buts* de KAOS, il est autorisé d'utiliser le concept d'*entité* en relation avec un but grâce au lien *concerns*. Toutefois, un attribut contextuel ne peut pas être représenté dans ce modèle, car une entité dénote un objet dont le but associé fait référence. De plus, le *modèle des objets* utilise également le concept d'entité pour définir les objets du domaine d'application qui sont pertinents, relativement aux buts exprimés dans le *modèle de buts*. Mais à nouveau, les éléments contextuels ne sont pas pris en compte, mais uniquement les entités explicitement manipulées et contrôlées par le système. La Figure 4.5 illustre par exemple une partie des entités utilisées dans Facebook.

Evaluation : Mauvais, **Faible**, Moyen, Bon, Très bon.

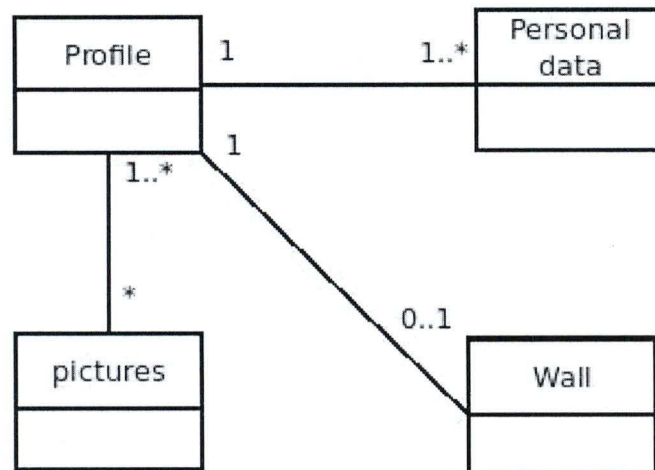


FIGURE 4.5 – Modèle des objets KAOS de Facebook

### 3. Le contexte personnel.

En ce qui concerne le contexte personnel, KAOS est encore identique à  $i^*$ . La modélisation d'une information telle que "Heart Beat" est réalisable avec le concept d'entité et peut être reliée à un but dans le modèle des buts. Mais si l'on désire représenter un état particulier d'un agent, cela n'est pas faisable. KAOS permet uniquement d'illustrer les objets qui sont manipulés par le système. Ceux-ci possèdent un état qui est la valeur des attributs qui la composent, cependant il n'est pas possible de déterminer précisément un état particulier de ces objets.

Evaluation : **Mauvais**, Faible, Moyen, Bon, Très bon.

### 4. Le contexte de tâche.

KAOS est un langage approprié pour modéliser les objectifs d'un système. C'est un langage orienté-but et il dispose de différents concepts qui permettent de représenter les attentes et les responsabilités des agents du système : les trois types de buts (*goal*, *requirement* et *expectation*) et les relations de *responsabilité*.

Cependant, l'intention d'un acteur de satisfaire un but n'est pas modélisable comme  $i^*$  permet de le faire. Seuls les relations de responsabilité peuvent relier un but et un acteur. De plus, l'activité d'un utilisateur en dehors du système n'est pas modélisable avec KAOS.

Evaluation : Mauvais, Faible, **Moyen**, Bon, Très bon.

### 5. Le contexte social.

Contrairement à  $i^*$ , KAOS n'offre qu'une seule manière de représenter les parties prenantes du système : le concept d'*agent*. De plus, le seul lien qu'il peut avoir est la relation de *responsabilité* avec une *expectation*. Deux agents ne peuvent absolument pas être reliés entre eux. Ceci empêche alors de définir le rôle ou la valeur sociale d'un agent au sein du système (tel qu'il est possible de réaliser avec  $i^*$ , voir Figure 4.3).



Nous avons vu dans le chapitre 3 que le facteur socio-culturel *Etiquette* de l'étude Facebook illustre un code de conduite des utilisateurs de téléphones mobiles. Ce code de conduite est comparable à une propriété invariable qui est imposée au système, telle que le représente le concept de *propriété du domaine* de KAOS. La situation 4.4 peut donc être modélisée tel que la Figure 4.6 le montre.

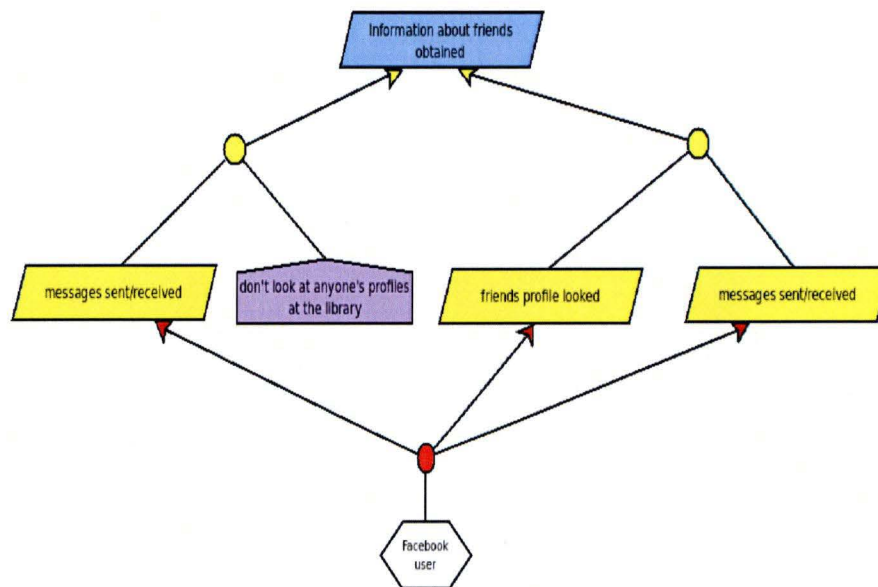


FIGURE 4.6 – Modèle des buts KAOS exprimant une règle de conduite en tant que *propriété du domaine*

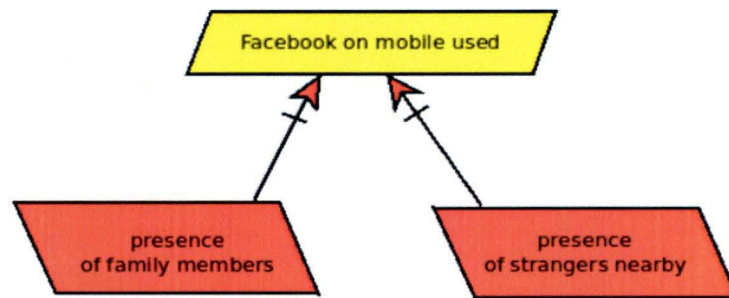
Il est également possible de représenter certaines situations avec le concept d'*obstacle*. Un obstacle exprime une situation non désirée qui a une incidence négative sur l'accomplissement d'autres buts du modèle. Il est défini par une condition qui empêche un ou plusieurs buts d'être satisfaits, si cette condition est satisfaite. Le fait d'être en famille comme l'illustre la situation 4.4 est bien exprimable avec le concept d'obstacle (voir Figure 4.7). La situation 4.1 ("*Stranger sitting next to me*") est aussi modélisable de la même manière. Néanmoins, il s'agit bien de modéliser la situation et non pas la personne en elle-même (i.e. un attribut du contexte environnemental) qui elle n'est pas représentable, tel qu'il a été montré au point 2. *contexte environnemental*.

Evaluation : Mauvais, Faible, **Moyen**, Bon, Très bon.

#### 6. Le contexte informationnel.

Dans le cas de KAOS, aucune construction ne permet d'exprimer des informations concernant le contexte de l'utilisateur, tout comme  $i^*$ .

Evaluation : **Mauvais**, Faible, Moyen, Bon, Très bon.

FIGURE 4.7 – Modèle des buts KAOS exprimant le contexte comme *obstacle*

Finalement, les notations  $i^*$  et KAOS n'ont pas de constructions explicitement destinées à modéliser le contexte. Hormis le contexte de tâche qui convient plutôt bien aux deux notations et le contexte social qui est représenté parfaitement avec  $i^*$  et partiellement avec KAOS. Les autres quatre composants ne sont pas prévus pour être modélisés par ces notations, car celles-ci se focalisent essentiellement sur les propriétés souhaitées du système par les parties prenantes, c'est-à-dire les objectifs principaux que doit accomplir le système en relation avec les acteurs actifs du domaine d'application.

### 4.3 Evaluation de la modélisation de l'adaptabilité

En ce qui concerne l'aspect adaptatif et dynamique d'un système, les deux notations sont très limitées. Elles ne fournissent qu'une vue statique des buts du système. En effet, aucune construction n'est prévue pour déclarer les différents états d'un système et leurs transitions (tels que les *diagrammes d'états* dans UML). Les buts sont définis de manière persistante et ne peuvent en aucun cas être corrélés à un état ou un événement spécifique du système. Un but est déclaré dans un modèle pour représenter la volonté d'accomplir une certaine activité ou tâche indépendamment de l'état du système. Il ne peut donc être activé ou désactivé à aucun moment donné de l'exécution du système.

KAOS et  $i^*$  permettent de déclarer des raffinements alternatifs pour représenter des ensembles différents de sous-buts satisfaisant un but père. Néanmoins, les ensembles illustrent des façons multiples d'atteindre le but père et offrent la possibilité aux développeurs de choisir parmi les différentes solutions. Cela ne permet pas de représenter un comportement dynamique.

Avec le *modèle des opérations* dans KAOS, il est possible de décrire des comportements du logiciel afin d'accomplir certains buts. Cependant, ces comportements sont exprimés en termes d'opérations effectuées par les agents ou déclenchées par un événement du logiciel. Ils n'ont aucune incidence sur les buts du modèle.

Le modèle de la Figure 4.8 représente le *modèle des opérations* KAOS d'un logiciel de soumission de projets. Par exemple, l'événement *Soumission Projet* va provoquer



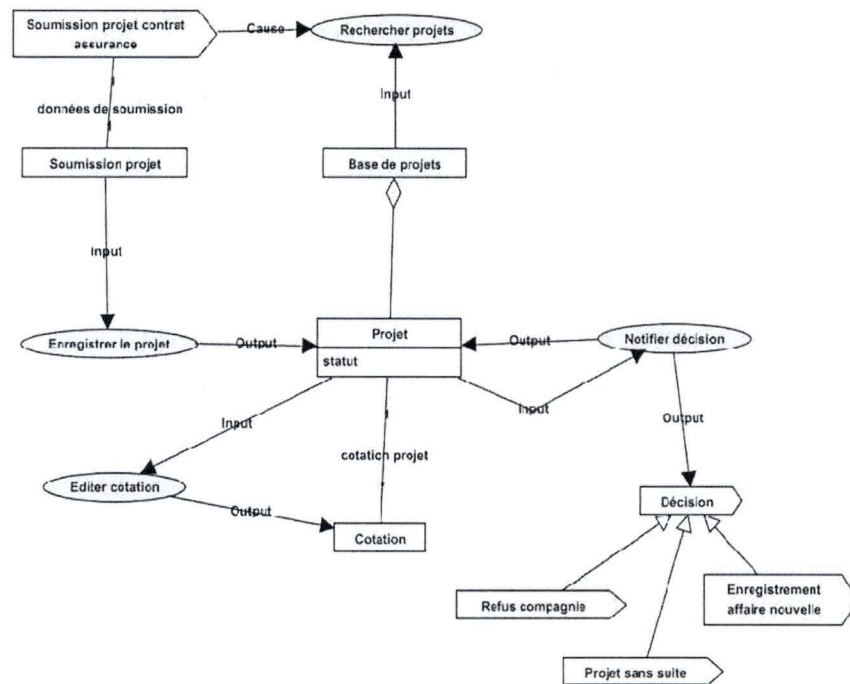


FIGURE 4.8 – Modèle des opérations KAOS

l'opération *Rechercher Projets*. Ou encore, l'opération *Enregistrer Le Projet* va produire une nouvelle instance de l'entité *Projet*, qui elle même sera enregistrée dans la *Base De Projets*.

Selon les situations 4.3 et 4.4, les règles de conduite font bien plus qu'influencer l'accomplissement du but *Use Facebook On Mobile* (Figure 4.4 et Figure 4.7). Elles modifient les intentions de l'utilisateur, ce qui veut dire que ce dernier ne désire plus utiliser son téléphone portable et d'une certaine manière, cela "annule" le but en question. Donc, avec  $i^*$ , les liens de contributions ne sont donc pas appropriés dans ce cas-ci. Car ils n'annulent pas l'intention d'un acteur de satisfaire un but donné, mais ils indiquent que ce but ne sera certainement pas satisfait, ce qui est bien différent. Et c'est exactement la même chose concernant la construction *obstacle* dans KAOS.

Au final, les modèles  $i^*$  et KAOS ne présentent qu'une vision optimiste de satisfaire les buts et ne déclarent pas explicitement comment le système réagit lorsqu'une erreur ou un évènement indésirable survient. Le seul moyen disponible est de définir un modèle correspondant à chaque scénario ou situation et de représenter le changement de situation avec d'autres langages plus adaptés.

## 4.4 Comparaison des notations

Les méthodologies orientées-but fournissent un support spécifique au traitement des buts de haut-niveau provenant des parties prenantes et des utilisateurs. Elles facilitent l'identification et la déclaration d'exigences ainsi que l'exploration de designs alternatifs. Elles offrent entre autre une vue pertinente des fonctionnalités requises et du domaine d'un système. Cependant, elles sont mal équipées pour modéliser des systèmes *context-aware* et *adaptatifs*.

Nous avons constaté que les notations ne peuvent pas modéliser tous les aspects du contexte et de l'adaptabilité des exigences d'un utilisateur (voir le tableau récapitulatif de la Figure 4.9). En effet, certaines constructions peuvent exprimer une partie de ces notions, mais elles ne sont pas toujours adéquates pour les représenter.

En ce qui concerne les constructions pour représenter le contexte, KAOS et  $i^*$  affichent un résultat peu concluant. Tout d'abord, ils disposent de symboles pour représenter les parties prenantes du système, ce qui permet de ne modéliser que faiblement le contexte environnemental. Ensuite, en ce qui concerne le contexte social,  $i^*$  est particulièrement bien adapté pour le représenter, grâce à la facilité avec laquelle il est possible d'associer un acteur avec les buts qu'il a exprimés et surtout grâce à la possibilité d'exposer les relations sociales et les dépendances entre acteurs du système. Par contre, KAOS n'est pas aussi à l'aise pour représenter ce contexte. Il n'offre que des relations de responsabilité entre buts et agents, mais aucun lien entre agents du système. Néanmoins, KAOS permet d'exprimer certaines situations contextuelles, avec le concept d'obstacle qui représente des anti-goals, c'est-à-dire, des situations non-désirées. Enfin, pour ce qui est des quatre autres composants du contexte, KAOS et  $i^*$  ne sont pas dotés de constructions pouvant les modéliser.

En ce qui concerne les constructions pour représenter l'adaptabilité des désirs d'un utilisateur, les deux notations n'offrent aucune construction pour exprimer l'évolution dynamique des intentions d'un utilisateur. KAOS et  $i^*$  disposent bien de liens d'obstruction pour le premier et de liens de contribution positive ou négative pour le second. Cependant, ceux-ci ne correspondent pas à un changement des désirs de satisfaire les buts d'un utilisateur, face au changement du contexte.



		<b>i*</b>	<b>Kaos</b>
<b>Contexte</b>	- Spatio-temporel	<i>Mauvais</i>	<i>Mauvais</i>
	- Environnemental	<i>Faible</i>	<i>Faible</i>
	- Personnel	<i>Mauvais</i>	<i>Mauvais</i>
	- Tâche	<i>Bon</i>	<i>Moyen</i>
	- Social	<i>Très bon</i>	<i>Moyen</i>
	- Informationnel	<i>Mauvais</i>	<i>Mauvais</i>
<b>Adaptabilité des buts</b>		<i>Mauvais</i>	<i>Mauvais</i>

Échelle d'évaluation : mauvais, faible, moyen, bon, très bon

FIGURE 4.9 – Comparatif des notations  $i^*$  et KAOS concernant la modélisation du contexte et de l'adaptabilité

## 4.5 Résumé du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons essayé de modéliser les concepts de contexte et d'adaptabilité qui sont ressortis de l'étude Facebook. Nous avons constaté que les capacités de modélisation des méthodes orientées-but ne sont pas suffisantes. Ces méthodes opèrent avec un nombre limité de concepts, qui ne permettent pas de modéliser certains attributs du contexte. Quant à l'adaptabilité des intentions d'un utilisateur, elle n'est pas du tout représentable. En effet, les notations KAOS et  $i^*$  ne fournissent qu'une vision optimiste et statique de satisfaire les buts d'un système. Nous avons également fourni une comparaison et une évaluation des capacités de ces deux langages à représenter les concepts étudiés.

## Chapitre 5

# Proposition d'une extension d'un langage orienté-but

L'objectif de ce chapitre est de proposer une extension d'un langage orienté-but, afin de pallier aux lacunes des méthodologies exposées dans le chapitre précédent et ainsi pouvoir modéliser les exigences liées à la gestion de la vie privée dans un cadre mobile. Nous avons identifié plusieurs concepts importants qu'il n'est pas possible de représenter correctement avec  $i^*$  et KAOS. Par ailleurs, notre extension mobilisera les concepts de contexte et d'adaptabilité afin d'exprimer clairement comment les utilisateurs gèrent leur vie privée lorsqu'ils utilisent leur téléphone mobile.

Afin de procéder de manière scientifique, nous allons nous intéresser aux méthodes existantes qui permettent de concevoir rigoureusement une notation visuelle et nous allons déterminer la démarche à suivre pour réaliser notre extension. En effet, nous nous intéresserons uniquement au côté visuel des méthodologies, pour les mêmes raisons exposées au chapitre précédent. Nous allons considérer l'étude Facebook (détaillée dans le chapitre 3) comme la phase d'analyse des exigences. Le but premier sera donc de modéliser les facteurs socio-culturels et les comportements des utilisateurs nomades mis en avant par cette étude.

Ensuite, nous allons construire notre extension en suivant un processus qui sera défini au préalable. Chaque symbole de l'extension sera choisi parmi plusieurs propositions selon des critères maximisant l'efficacité de communication du symbole.

Finalement, nous appliquerons notre extension pour modéliser les comportements des utilisateurs de mobiles présentés dans le chapitre 3. Nous conclurons également par une évaluation et une critique de l'extension.



## 5.1 Méthode de construction d'une notation visuelle

Depuis les années '40, les langages graphiques de modélisation sont omniprésents dans le domaine de l'informatique et sont appliqués dans toutes les étapes de développement d'un système, depuis l'ingénierie des exigences jusqu'à la maintenance. L'ingénierie du logiciel utilise principalement les langages de modélisation dans le but de représenter schématiquement que ce soient des systèmes informatiques, des bases de données ou des réseaux. D'innombrables notations ont vu le jour, certaines sont devenues obsolètes et d'autres ont évolué avec le temps. Les langages de modélisation jouent un rôle particulièrement crucial dans la communication avec les utilisateurs finaux et les clients, car l'information est censée être transmise plus efficacement aux personnes non-expertes sous forme de graphique plutôt que sous forme de texte. Pourtant, après plus de 60 ans de développement de nombreux langages de modélisation, l'activité de création d'une notation visuelle manque d'une base scientifique, qu'il s'agisse de la réalisation d'une extension ou bien d'une nouvelle notation. Dans son article [42], Moody souligne qu'il n'existe que très peu d'intérêt relatif à l'étude de l'aspect syntaxique des langages de modélisation, à l'avantage d'une plus grande attention envers la sémantique des langages. Ainsi, dans le but de combler le manque de théorie en ce qui concerne l'évaluation, la comparaison et la construction de notations visuelles, Moody propose un ensemble de principes pour concevoir une notation visuelle efficace [42].

### 5.1.1 Définition d'une notation visuelle

Une notation visuelle est constituée de trois composants : a) un ensemble de symboles graphiques (i.e. le *vocabulaire visuel*), b) un ensemble de règles de composition (i.e. la *grammaire visuelle*), et c) les définitions de la signification de chaque symbole (i.e. la *sémantique graphique*) [42]. Le vocabulaire visuel et la grammaire visuelle forment ensemble la *syntaxe concrète* de la notation. Les symboles graphiques représentent visuellement les constructions sémantiques, généralement défini par un *méta-modèle*. Une expression valide dans une notation visuelle est appelée une *phrase visuelle* ou un *diagramme*. Les diagrammes sont formés d'instances de symboles disposées selon les règles de la grammaire visuelle [42].

### 5.1.2 Efficacité cognitive

Dans [42], Moody se pose la question suivante : pourquoi une notation est-elle "bonne" ou pas ? Selon lui, l'absence d'objectifs clairs de conception du langage est le premier problème qui doit être traité dans la réalisation d'une bonne notation visuelle. En effet, il est important de définir avec précision quels sont les critères à atteindre afin de diriger efficacement la conception du langage et de favoriser son succès et son utilisation. Car, des

objectifs tels que la "simplicité", "l'esthétique" et "l'expression" sont souvent mentionnés dans la littérature, mais ceux-ci sont vaguement définis et très subjectifs [42].

Moody précise notamment que les notations visuelles sont des représentations orientées sur l'être humain et qui ont pour but de faciliter la communication entre les individus et de favoriser la résolution de problèmes. Selon lui, l'*efficacité cognitive* (i.e. l'efficacité de la communication) d'un langage visuel dépend de la vitesse, de la précision et de la facilité avec laquelle le lecteur d'un diagramme comprend l'information présentée dans ce diagramme [42]. Plus le lecteur comprend vite, facilement et précisément, plus le langage est considéré comme efficace. Cela donne une définition opérationnelle de la qualité d'une notation visuelle, qui peut être évaluée de façon empirique. Dans son article, Moody définit alors l'efficacité cognitive comme la variable principale pour évaluer et comparer les notations visuelles et il la définit également comme l'objectif de conception principal lors de la réalisation d'un langage visuel.

### 5.1.3 Processus de conception d'une notation visuelle

Pour concevoir une notation visuelle, Moody définit le processus de conception comme étant composé de trois "espaces" [42] :

1. *L'espace des problèmes* : afin de pouvoir initier le processus de conception, il faut commencer par définir les concepts que l'on désire exprimer dans le langage avant de se lancer dans la réalisation des symboles. Cet espace est donc défini par la sémantique de la notation, qui doit être représentée par un métémodèle et par une sémantique formelle.
2. *L'espace de conception graphique* : ceci représente l'ensemble des représentations graphiques qu'il est possible de réaliser pour un concept sémantique. L'espace de conception est caractérisé par 8 variables visuelles qui peuvent être utilisées pour encoder graphiquement un concept. Ces variables sont divisées en deux catégories : les variables planaires (relatives à la position dans un plan à deux dimensions) et les variables rétinienne (variables provoquant une réaction automatique dans l'esprit humain lors de la visualisation) (voir Figure 5.1). Elles définissent ainsi les dimensions de l'espace de conception graphique sur lesquelles il est possible de travailler pour créer de nouveaux symboles. Cet espace peut être considéré comme l'alphabet pour construire une notation visuelle. De fait, la combinaison de ses variables donne lieu à une infinité de symboles que les créateurs de notations peuvent imaginer.
3. *L'espace de solution* : concevoir des notations visuelles cognitivement efficaces peut être vu comme un problème d'optimisation de ces notations afin que celles-ci soient assimilées au mieux par l'esprit humain, de la même façon qu'un logiciel est optimisé pour une machine particulière. Il est donc question de choisir la représentation



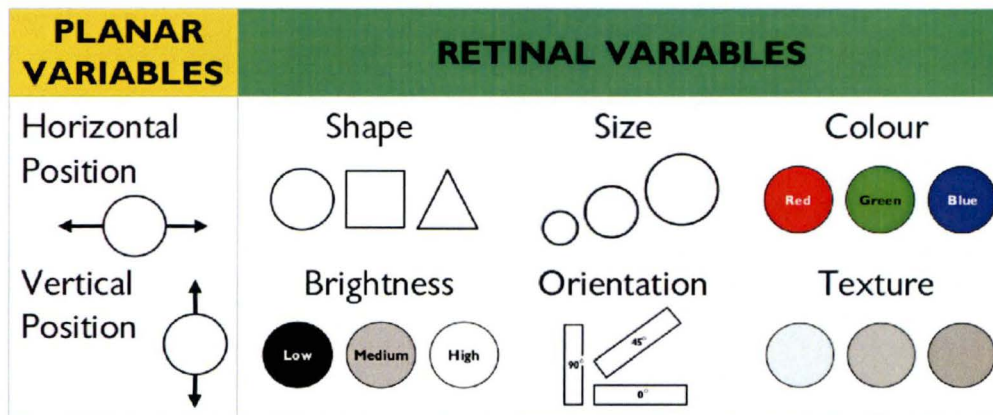


FIGURE 5.1 – Variables visuelles de l'espace de conception graphique pour la construction des notations visuelles [42]

cognitivement la plus efficace parmi le nombre illimité de possibilités que contient l'espace de conception graphique. A cet effet, des principes de conception visuelle fournissent une base méthodique qui permet d'effectuer un choix parmi les différentes alternatives d'encodage graphique des concepts sémantiques.

#### 5.1.4 Les principes de construction d'une notation visuelle cognitive-ment efficace

Moody définit un ensemble de principes pour construire une notation graphique cognitivement efficace [42]. De ce fait, il fournit des critères explicites de sélection de symboles optimisant l'efficacité cognitive d'une notation visuelle. Ces principes sont les suivants :

1. *Semiotic Clarity* : la notation doit satisfaire l'existence d'une correspondance 1 :1 entre les constructions sémantiques et les symboles graphiques. Cela signifie qu'il ne doit avoir qu'une seule façon de représenter graphiquement une construction sémantique définie dans le méta-modèle et que chaque symbole graphique ne représente qu'une seule construction. Par conséquent, cela favorise la précision et l'expressivité d'un langage car chaque symbole est relié à une seule construction sémantique, et inversement.
2. *Perceptual Discriminability* : ceci illustre la facilité et la précision à laquelle les symboles graphiques peuvent être distingués les uns des autres. La discrimination visuelle est déterminée par la distance entre les symboles graphiques, qui est mesurée par les variations appliquées sur les variables visuelles permettant de différencier ces symboles. Plus la distance entre ces symboles est grande, plus rapidement et avec plus de précision ils sont reconnus. En d'autres mots, les symboles doivent exploiter au maximum le potentiel de chaque variable visuelle. Un contre-exemple est l'utilisation

d'un carré et d'un rectangle pour deux concepts sémantiques différents. Ces deux formes sont trop similaires.

3. *Semantic Transparency* : la transparence sémantique est définie comme le degré auquel la signification d'un symbole peut être déduite directement de son apparence. Les représentations sémantiquement transparentes réduisent ainsi l'effort nécessaire pour comprendre et retenir la signification des symboles, car elles suggèrent spontanément leur signification.
4. *Complexity Management* : ce principe illustre la capacité d'une notation visuelle pour représenter l'information sans surcharger l'esprit humain. La gestion de la complexité ne s'intéresse pas au nombre de symboles de la notation, mais plutôt au nombre d'instances de symboles utilisées dans chaque diagramme. Une notation doit donc inclure des mécanismes pour pouvoir gérer la taille et la complexité d'un diagramme, en le divisant en de plus petits diagrammes qui sont ainsi plus facilement gérables et lisibles pour l'esprit humain.
5. *Cognitive Integration* : ce principe est lié au fait qu'il peut y avoir plusieurs diagrammes pour modéliser un seul système. Il peut y avoir plusieurs types de diagrammes, chacun contenant, à leur tour, plusieurs diagrammes. Ce problème devient encore plus prononcé avec le principe précédent qui préconise une découpe de diagrammes en morceaux. En effet, utiliser plusieurs diagrammes demande plus d'effort cognitif au lecteur pour intégrer mentalement l'information à partir des différents diagrammes et de se souvenir de l'endroit où il était dans le système de diagrammes. Il est donc nécessaire pour la notation de se doter de mécanismes afin d'aider le lecteur à naviguer parmi tous les diagrammes du système.
6. *Visual Expressiveness* : l'expressivité visuelle est définie par le nombre de variables visuelles qui sont utilisées dans la notation. Ce principe donne une mesure de l'utilisation de l'espace de conception graphique. La combinaison de plusieurs variables permet d'obtenir une représentation visuelle riche, qui exploite plusieurs canaux de communication visuelle et facilite la lecture des informations contenues dans les diagrammes.
7. *Dual Coding* : utiliser du texte et des graphiques ensemble permet de transmettre des informations plus efficacement que si l'un ou l'autre est utilisé seul. Le texte (du symbole et non pas de l'instance du symbole) est donc plus efficace s'il est utilisé dans le but de renforcer la signification d'un symbole. Lorsqu'une information est présentée à la fois verbalement et à la fois visuellement, la représentation de cette information est enregistrée plus durablement dans l'esprit du lecteur.
8. *Graphic Economy* : ce principe est défini par la taille du vocabulaire visuel d'une notation, c'est-à-dire, le nombre de formes graphiques distinctes que propose une



notation. Ce nombre est un indice important, car le concepteur d'une notation peut créer un nombre illimité de symboles graphiques. Cependant, à un certain point, cela peut s'avérer contre-productif, car l'esprit humain est limité cognitivement par le nombre de symboles graphiques qu'il peut effectivement reconnaître. Au-delà de ce point, chaque nouveau symbole introduit réduit l'efficacité cognitive.

9. *Cognitive Fit* : Ce principe se base sur la théorie *Cognitive Fit* qui suggère d'utiliser différents dialectes destinés à différentes tâches et/ou différents publics. En effet, cela peut se montrer plus efficace d'avoir deux types de dialectes, par exemple, lorsque la notation est utilisée pour communiquer avec des experts techniques et des novices, ou lorsqu'elle est destinée à être dessinée à la main (formes des symboles simplifiées) et à l'aide d'un logiciel (formes des symboles complexes).

CAUSE	EFFECT								
	Semiotic Clarity	Perceptual Discriminability	Semantic Transparency	Complexity Management	Cognitive Integration	Visual Expressiveness	Dual Coding	Graphic Economy	Cognitive Fit
Semiotic Clarity							+		
Perceptual Discriminability					+			+	
Semantic Transparency	+							+	
Complexity Management							-	+	
Cognitive Integration	-			+			-		
Visual Expressiveness		+					+	+	
Dual Coding								+	
Graphic Economy		+		+	-				+
Cognitive Fit									

FIGURE 5.2 – Interactions entre les principes de Moody [42]

Tous ces principes définissent des propriétés souhaitables et mesurables des notations visuelles, ce qui fournit une base pour l'évaluation et la conception de notations. L'application de certains principes peuvent avoir des influences positives et/ou négatives sur d'autres principes (voir la Figure 5.2). Par exemple, si l'on améliore la gestion de la complexité, cela revient à introduire des mécanismes pour gérer la taille des diagrammes, mais ceci va à l'encontre du principe d'économie graphique. Ceci signifie qu'il n'est pas possible de les appliquer sans faire de compromis. Par conséquent, le concepteur d'une notation doit rechercher à satisfaire tous les principes à un degré acceptable, plutôt que d'optimiser certains d'entre eux au détriment des autres.

### 5.1.5 Construction d'une extension visuelle

Nous savons qu'il n'existe pas de méthode scientifique pour concevoir une extension d'un langage de modélisation. En ce qui concerne la réalisation d'une nouvelle notation visuelle, la recherche a ignoré pendant de nombreuses années le problème de l'efficacité

des représentations graphiques des langages. Mais à l'heure actuelle, certains auteurs commencent à s'intéresser à ce sujet, tel que Moody qui a établi très récemment sa théorie de conception de notation visuelle [42].

Dans le but de réaliser notre extension de façon la plus formelle possible, nous allons utiliser la théorie de Moody. Toutefois, nous allons l'adapter à notre objectif. En effet, nous avons pour but d'étendre une notation déjà existante, qui sera soit KAOS, soit  $i^*$ . Or, ces langages ont été créés bien avant la théorie de Moody. Dans le cas de  $i^*$ , il a été montré que sa notation visuelle présente de sérieux défauts de conception en se basant sur cette théorie, d'ailleurs comme pour la plupart des notations qui ont été réalisées de la même manière et présentant des problèmes de conception similaires [19]. Par conséquent, il peut s'avérer favorable de ne pas appliquer certains principes de Moody ou certaines variables visuelles (Figure 5.1) de façon à garder le style particulier ou les caractéristiques propres d'une notation. L'utilisation de variables ignorées dans la notation de base peut éventuellement introduire une confusion entre les symboles de base et les nouveaux symboles. Par exemple, une notation peut avoir pour contrainte d'être interprétable malgré l'impression des diagrammes en noir et blanc. Cette notation n'exclue pas l'utilisation de couleurs. La différence peut toujours être visible car certaines couleurs affichent des nuances différentes de gris si elles sont imprimées en noir et blanc. Néanmoins, le concepteur doit choisir scrupuleusement les couleurs à appliquer dans l'extension ou bien il choisit simplement la solution la moins risquée de ne pas appliquer de couleurs dans l'extension. Mais au contraire, cela peut également avoir un effet favorable sur la création de nouveaux symboles si les variables utilisées dans le langage de base ne permettent pas de créer des symboles suffisamment différenciables par rapport à ceux qui existent déjà. Il revient donc au concepteur de choisir avec raison les principes et les variables à exclure pour le bien des lecteurs de l'extension à concevoir.

En définitive, le processus de création de notre extension d'une notation visuelle va se composer en 4 étapes :

1. Choisir un langage de base et définir éventuellement les principes de Moody à ne pas tenir compte pour l'extension ;
2. Etendre le vocabulaire de la notation avec les concepts désirés et illustrer le langage dans son nouveau méta-modèle (cfr. espace des problèmes) ;
3. Identifier les variables visuelles utilisées par le langage de base et déterminer éventuellement les variables à exclure pour l'extension (cfr. espace de conception graphique) ;
4. Pour chaque concept sémantique, proposer plusieurs symboles et choisir parmi ceux-ci en fonction des principes de Moody (cfr. espace des solutions) ;



## 5.2 Notre extension du langage $i^*$

### 5.2.1 Choix du langage de base

Pour notre extension, nous faisons le choix de nous baser sur la notation  $i^*$  car c'est un des langages orientés-but les plus rependus dans le domaine de l'ingénierie des exigences (d'ailleurs, tout comme son "rivale" KAOS) et suscitant beaucoup d'intérêt dans le monde de la recherche. Mais nous avons choisi  $i^*$  principalement pour des raisons d'économie graphique. En effet, bien que ce langage ne soit pas adapté à modéliser le contexte et l'adaptabilité des exigences tout comme KAOS,  $i^*$  permet néanmoins de bien représenter le contexte social d'un système, contrairement à KAOS qui ne modélise que partiellement ce type de contexte, selon notre évaluation exposée dans le chapitre 4. Ainsi, cela permet de diminuer le nombre des symboles à réaliser dans l'extension.

Nous avons mentionné plus haut que la notation visuelle de  $i^*$  montre des défauts de conception selon les neufs principes de Moody [19]. La notation  $i^*$  enfreint pratiquement tous ces principes. Seuls les principes de cognitive integration et visual expressiveness sont respectés. Le tableau de la Figure 5.3 récapitule les résultats de cette évaluation de la notation visuelle de  $i^*$ .

Principe	Respect ?	Raisons
<i>Semiotic Clarity</i>	Faible	Des constructions graphiques utilisent des symboles identiques : les associations d'acteurs, les contributions et les dépendances; le concept de Belief a deux constructions différentes
<i>Perceptual Discriminability</i>	Faible	Trop de constructions se ressemblent : les acteurs, les associations d'acteurs, les contributions
<i>Semantic Transparency</i>	Mauvais	Uniquement Belief et Actor Boundaries ont une signification intuitive, ce qui est trop peu
<i>Complexity Management</i>	Mauvais	Pas de mécanisme de gestion de la complexité
<i>Cognitive Integration</i>	Très bon	Seulement 2 diagrammes à intégrer (Strategic Dependency et Strategic Rational), ce qui facilite la lecture
<i>Visual Expressiveness</i>	Moyen	Seulement 3 variables visuelles utilisées sur 8 mais bien plus que la plupart des langages
<i>Dual Coding</i>	Mauvais	Aucune construction n'utilise le texte et l'image ensemble pour communiquer une information
<i>Graphic Economy</i>	Faible	Trop de symboles pour la notation : 16 symboles différents
<i>Cognitive Fit</i>	Mauvais	Un seul dialecte pour la notation

Échelle d'évaluation : mauvais, faible, moyen, bon, très bon

FIGURE 5.3 – Récapitulatif des résultats de l'évaluation de la notation visuelle de  $i^*$

Nous savons que le langage  $i^*$  ne gère pas la complexité des diagrammes. Aucun mécanisme n'est prévu à cet effet, favorisant ainsi l'intégration cognitive, car seuls deux diagrammes (Strategic Dependency et Strategic Rational) doivent être réalisés pour représenter un système. Nous choisissons de respecter cette façon de modéliser le système en deux parties. Nous ajouterons nos symboles au modèle Strategic Rational afin d'éviter d'introduire des mécanismes de gestion de la complexité. Nous ignorons ainsi le principe de complexity management en faveur des principes de **graphic economy** et de **cognitive integration**.

Par contre, il est important de bien appliquer le principe de **semantic transparency** en utilisant des icônes pour représenter les concepts de l'extension. En effet, une icône est un symbole qui ressemble graphiquement au concept qu'il représente. Le lien entre concept sémantique et symbole graphique se fait alors plus intuitivement. De plus, ce principe n'est que très peu utilisé dans la notation  $i^*$ . Le principe de **visual expressiveness** est aussi très important, car il favorise la différenciation visuelle des symboles en exploitant au maximum les variables visuelles.

### 5.2.2 Choix des concepts

Dans ce partie, nous allons définir les concepts sémantiques que nous allons ajouter à  $i^*$  et qui composera notre extension. A cet effet, nous allons tout d'abord énumérer les concepts, expliquer leur sémantique et motiver le choix de leur ajout. Ensuite, nous intégrerons les concepts au méta-modèle de  $i^*$ .

Dans le chapitre 4, nous avons identifié les éléments que la notation  $i^*$  ne permet de représenter. Notre objectif est donc de les représenter, à savoir : l'adaptabilité des exigences en fonction du contexte, le contexte spatio-temporel, environnemental, personnel, des tâches et informationnel.

- **Time** : ce concept permet de définir un heure ou une date précise, telles que "8 am" et "31st December". Il permet aussi de déterminer des périodes de temps plus vague, par exemple "The Morning".
- **Location** : ceci indique l'endroit où se trouve l'utilisateur à un moment précis. Cela peut représenter une localisation géographique précise, un lieu public ou privée mais également une altitude ou encore le fait de se trouver dans un véhicule, par exemple "Home", "2000 m High" ou bien "In The Car".
- **Activity** : ceci représente le fait qu'un acteur est en train d'effectuer une tâche qui n'a aucun rapport avec l'utilisation du système. Les activités de "Eating" et "Working" illustrent ce concept.
- **Entity** : ce concept fait référence aux attributs matériels du contexte environnemental. Il permet de définir les objets et les personnes qui entourent l'utilisateur et qui font partie de son contexte, c'est-à-dire, qui ne sont pas actifs dans le système, par



exemple : "*Stranger on the bus*".

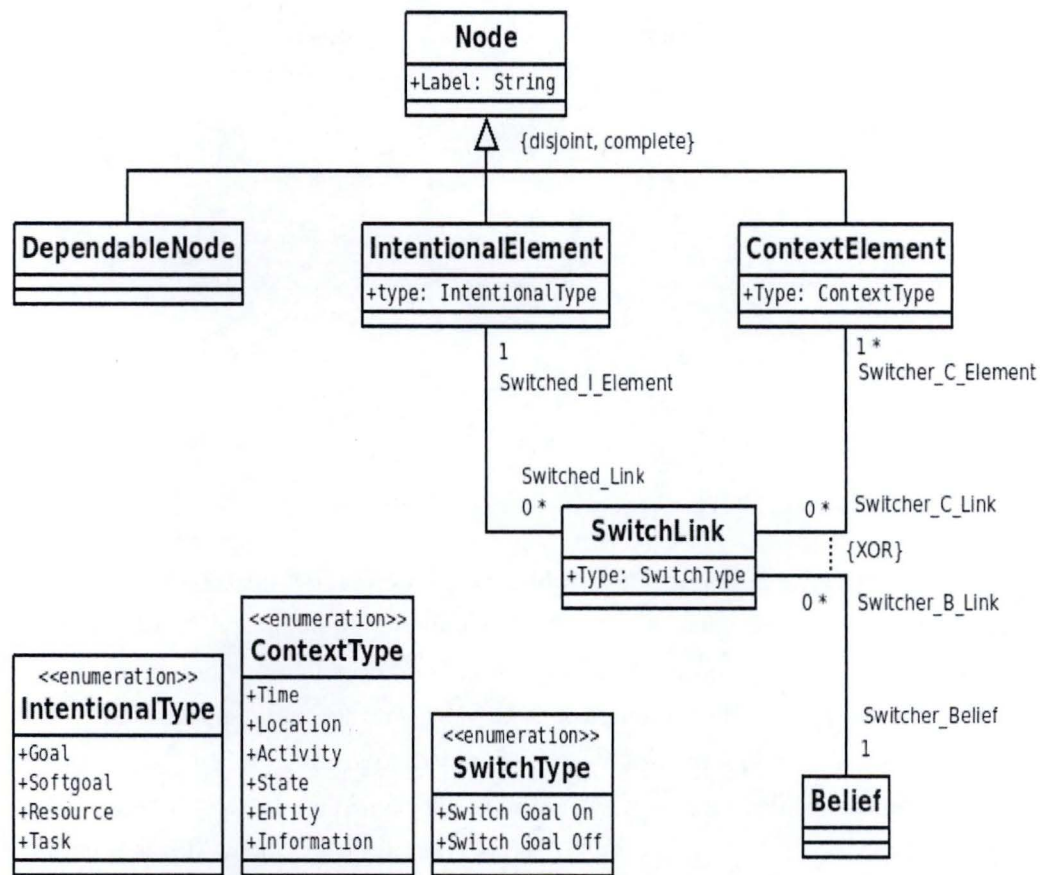
- **State** : ceci représente l'état physiologique et mental d'un acteur du système (i.e. le contexte personnel). Par exemple : "*Heart Beat at 100*" ou encore "*Happy*"
- **Information** : ce concept regroupe le contexte informationnel et les attributs du contexte environnemental de type non matériel, tels que la température et la vitesse du vent. En effet, nous trouvons plus approprié de rassembler ses deux types d'attributs car ils font tous deux référence à des éléments plus abstraits du contexte.
- **Switch Goal On** et **Switch Goal Off** : ces liens permettent d'activer ou désactiver un but du système si celui-ci se trouve dans un contexte donné. Plus exactement, la relation relie un ensemble de composants du contexte à une propriété intentionnelle (Goal, Softgoal, Task ou Ressource) d'un acteur. Si le contexte décrit par l'ensemble est égale au contexte du système à un moment de son exécution, alors la propriété intentionnelle est activée ou désactivée selon le type de la relation (soit *On*, soit *Off*).

La Figure 5.4 illustre le méta-modèle de notre extension qui se rattache à certains éléments de base de  $i^*$ . Nous n'avons pas représenté le reste du métamodèle de base, car notre extension n'a aucun lien sur celui-ci.

### 5.2.3 Choix des variables visuelles des symboles

Dans la version de  $i^*$  définie par [16], la notation utilise trois variables visuelles : la **forme**, la **clarté** et l'**orientation** [19]. Dans l'ensemble, la notation exploite bien ces variables par rapport à la plupart des notations visuelles de l'ingénierie des exigences, mais elle peut être encore améliorée sur ces trois points : seulement deux niveaux de clarté utilisés sur trois et un nombre limité de formes géométriques utilisées [19].

Pour cette partie, il s'agit surtout d'identifier les variables visuelles qui ne sont pas appliquées à la notation et qu'il est préférable d'éviter dans l'extension pour différencier deux symboles distincts. Dans le cas de  $i^*$ , la seule variable à écarter est la **taille**. La notation n'utilise pas cette variable et surtout elle n'impose pas le respect d'une taille des symboles ou d'une proportion entre les symboles. Au contraire, il serait recommandé d'appliquer la variable de **couleurs**. En effet, la notation  $i^*$  n'utilise pas les couleurs efficacement. Dans le *Guide  $i^*$* , les constructions sont toutes colorées de la même manière. Cependant, il n'est pas clairement mentionné si cela fait partie de la syntaxe visuelle. Mais avant tout, parce que la couleur est l'une des variables visuelles les plus cognitivement efficaces. L'esprit humain est très sensible aux variations de couleurs et peuvent rapidement faire distinction entre elles [42].

FIGURE 5.4 – méta-modèle de notre extension de la notation *i\**

### 5.2.4 Choix des symboles et des constructions

Pour cette partie, plusieurs symboles vont être proposés pour chaque concept sémantique. Ils vont être établis en fonction des variables visuelles et des principes déterminés dans les points précédents. Ces symboles vont être justifiés et illustrés. Bien entendu, un seul d'entre eux sera choisi. Finalement, une fois que tous les concepts auront un symbole attribué, nous résumerons la notation de notre extension.

#### a) Le concept de *Time*

Avec ce concept, nous désirons représenter avec précision les types de données temporelles suivantes : les heures, les dates, les intervalles de temps, les périodes de la journée et de l'année. Citons quelques exemples : "8 am", "31st December", "From 12am to 12pm" et "The Morning" ou "The Winter". Afin de représenter ce concept, nous avons le choix parmi plusieurs icônes, c'est-à-dire, des symboles qui ressemblent à ce concept (principe de semantic transparency). En effet, les objets tels qu'une montre, un réveil et un chronomètre sont directement liés au concept de temps. La Figure 5.5 illustre les différentes icônes que



nous pouvons utiliser.

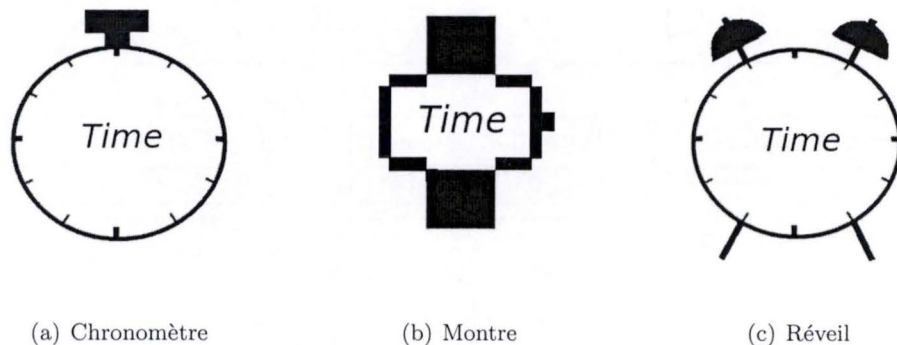


FIGURE 5.5 – Différentes propositions pour représenter le concept de *Time*

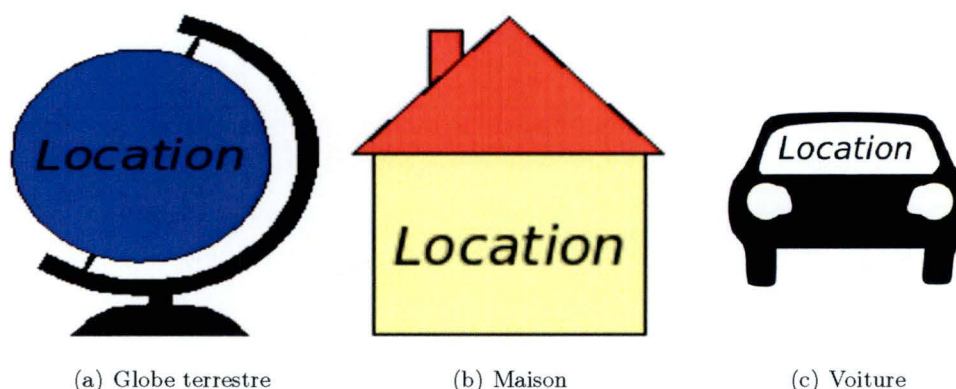
Les trois symboles conviennent très bien pour représenter un attribut de temps. Les dessins sont très expressifs et ne sont pas trop compliqués à dessiner à la main (principe de cognitive fit). Cependant, le chronomètre n'a que peu de différence par rapport aux symboles des acteurs. L'icône de la montre peut aussi s'avérer légèrement moins représentative, vu la simplicité de son dessin. Notre choix se porte donc sur le réveil, car nous trouvons qu'il est plus aisé à dessiner tout en gardant une transparence sémantique maximum. Certes, le symbole utilise également un cercle comme les symboles des acteurs, mais la différence entre ces symboles est plus forte qu'avec le chronomètre.

Symbole choisi : (c) le réveil.

#### b) Le concept de *Location*

Ce concept est également très concret et indique la situation géographique du système et de l'utilisateur : les lieux géographiques, les véhicules et l'altitude. De nombreuses icônes viennent spontanément à l'esprit pour illustrer ce concept. Celles qui font référence à un endroit le plus naturellement sont les suivantes : (a) le globe terrestre est typiquement utilisé pour représenter la planète, ses continents et ses océans, il convient donc bien pour ce concept, (b) une maison est certainement l'endroit le plus familier qui fait référence au concept de lieu et (c) la voiture peut également illustrer ce concept vu qu'il est question de représenter des véhicules. Ces trois icônes sont reprises dans la Figure 5.6.

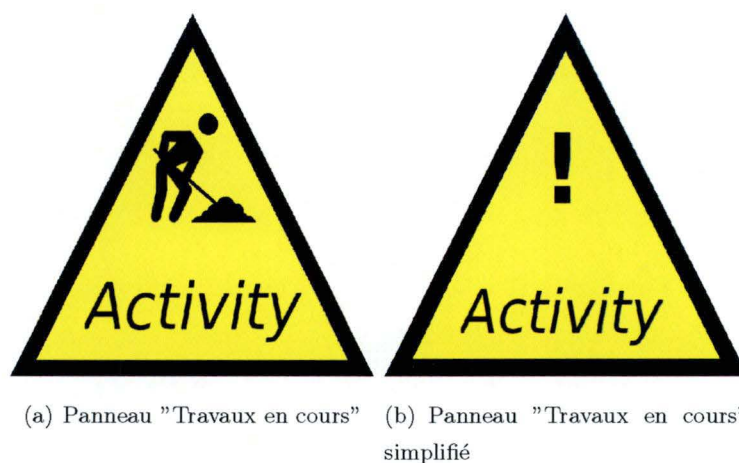
Tout d'abord, nous pouvons commencer par exclure l'image de la voiture. Elle suscite l'idée d'un lieu moins spontanément que les deux premières. En ce qui concerne le globe terrestre, il s'agit sans doute de l'icône la plus expressive. Cependant, elle utilise aussi un cercle tout comme les symboles des acteurs et maintenant le symbole du temps. Pour ce raison, nous allons utiliser l'icône de la maison pour illustrer ce concept d'espace. De plus, ce symbole est une combinaison de deux formes simples facilement que l'on peut reproduire facilement à la main.

FIGURE 5.6 – Différentes propositions pour représenter le concept de *Location*

Symbole choisi : (b) la maison.

### c) Le concept d'*Activity*

Lorsque l'utilisateur se sert de son téléphone mobile, il peut effectuer des tâches multiples en dehors du système, telles que "*Listening to Music*", "*Eating*" ou "*Studying*". Cela représente donc ce que l'utilisateur est en train de faire simultanément à l'utilisation du système. D'ailleurs, nous emploierons conventionnellement le présent simple pour conjuguer les verbes de façon à appuyer cet aspect "en train de ...". Par contre, il est plus difficile de trouver des icônes adaptées à ce concept par rapport aux deux précédents. Néanmoins, ce côté "activité en cours" nous renvoie à ce fameux panneau jaune montrant un ouvrier de chantier et signalant des travaux en cours. Notamment, il est souvent utilisé sur le Web pour représenter un site en cours de construction. La Figure 5.7 montre ce panneau ainsi qu'une version simplifiée qui peut également convenir pour le concept d'activité.

FIGURE 5.7 – Différentes propositions pour représenter le concept d'*Activity*



Il est évident que pour des raisons de facilité de reproduction à la main, nous choisirons la version simplifiée du panneau d'activité. Pour ce qui est de la forme triangulaire,  $i^*$  ne l'utilise pas dans sa notation visuelle. Par contre, nous venons de choisir pour le concept précédent l'icône de la maison. Elle utilise un triangle, mais celui-ci est associé à un carré. Il y a donc peu de chances de confondre les deux images, surtout que ce sont des icônes et qu'elles expriment intuitivement leur signification.

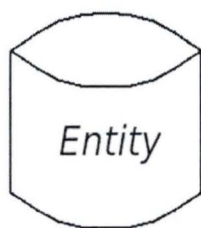
Symbole choisi : **(b) le panneau "Travaux en cours" simplifié.**

#### d) Le concept d'*Entity*

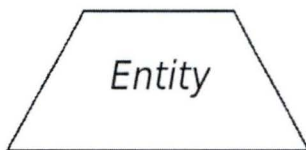
Nous avons défini ce concept pour représenter les entités physiques qui entourent l'utilisateur : les objets et les personnes. Ces entités sont des éléments qui ne participent pas activement à l'exécution du système. Par conséquent, ces personnes ne sont pas représentables par le concept d'*acteur*, tel que nous l'avons expliqué au chapitre précédent.

Dans ce cas-ci, il n'y a pas d'icône pouvant illustrer efficacement le concept. D'autant plus qu'il représente un individu et un objet. Un objet ne peut pas être représenté par icône, contrairement à une personne qui peut être symbolisée par un petit bonhomme. Mais nous laissons ce symbole de côté pour le concept d'*acteur* dans la perspective future d'une modification de la notation visuelle de  $i^*$  telle qu'elle a été proposée dans [19].

Nous devons alors utiliser des symboles moins intuitifs pour représenter une entité. Nous proposons plusieurs formes qui n'ont pas été utilisées dans la notation de  $i^*$  : un cylindre, un trapèze et un rectangle avec deux côtés ondulés (variable de forme). La Figure 5.8 illustre les trois propositions de symbole.



(a) Cylindre



(b) Trapèze



(c) Rectangle aux côtés ondulés

FIGURE 5.8 – Différentes propositions pour représenter le concept d'*Entity*

Bien qu'ils ne soient pas utilisés dans  $i^*$ , le trapèze et le rectangle ondulé ont des similitudes avec certains symboles du langage. Le premier peut être confondu avec le symbole de tâche et le deuxième fait penser au symbole de softgoal avec ses deux côtés ondulés. Par contre, le cylindre n'est similaire à aucun symbole de  $i^*$ . C'est pour cela que nous choisirons cette dernière forme pour représenter le concept d'entité afin de favoriser la discrimination entre les symboles.

Symbole choisi : (a) le cylindre.

### e) Le concept de *State*

Le concept d'état représente l'état physiologique et mental de l'utilisateur à un moment donné. Il reprend ainsi tout attribut physiologique de la personne : la pulsation, la pression sanguine, le poids, etc. ; il exprime également si l'utilisateur est joyeux, triste, etc.

Pour ce concept, nous pouvons trouver des icônes représentatives. Tout d'abord, un moyen simple de communiquer ce concept est d'employer l'image du coeur de couleur rouge. En effet, il fait référence à l'état physiologique de l'individu et peut être étendu à son état mental. Ensuite, l'image d'un visage vu de profil fait plutôt penser à son état mental et peut être également appliqué pour l'état physiologique. Enfin, l'image d'un électrocardiogramme permet entre autre de faire référence à un état de l'utilisateur. Ces trois icônes sont reprises dans la Figure 5.9.

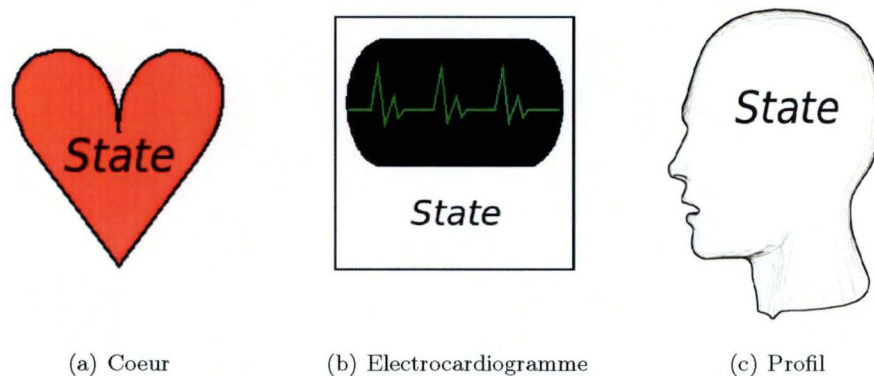


FIGURE 5.9 – Différentes propositions pour représenter le concept de *State*

Les deux premières icônes semblent être plus expressives pour susciter le concept d'état par rapport au troisième (principe de semantic transparency). Tous deux peuvent représenter les deux aspects de l'état d'un utilisateur, bien que le premier soit plutôt porté pour exprimer le côté physiologique et que le deuxième soit porté pour exprimer le côté mental. Néanmoins, le coeur est nettement plus facile de dessiner à la main un coeur par rapport à un visage de profil (principe de cognitive fit). De plus, il est possible pour les novices d'interpréter par erreur l'image du visage comme la représentation d'un acteur du système. Finalement, l'application de la couleur rouge est nettement plus facile par rapport à l'électrocardiogramme qui utilise du vert pour la ligne sur un fond noir. Il est possible ne pas utiliser de couleur pour celui-ci, cependant les couleurs permettent de renforcer la différence entre les symboles (principe de visual expressiveness).

Symbole choisi : (a) le coeur rouge.



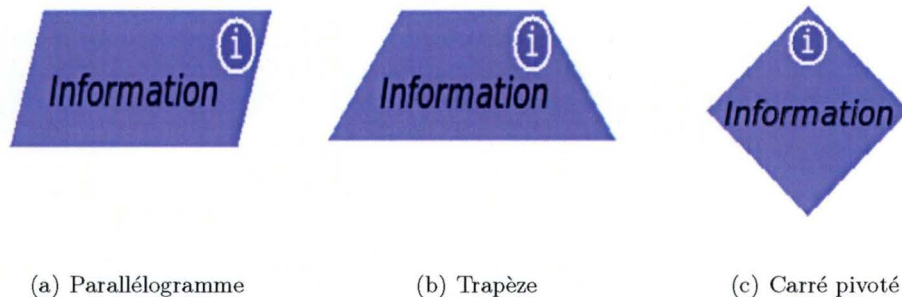
f) Le concept d'*Information*

Ce concept a pour but d'exprimer des informations générales ou personnelles sur le contexte de l'utilisateur, telles que "Sun Is Shining" et "User's Birthday Is 1st March 1990". Dans ce cas-ci, une icône particulière semble être appropriée pour ce concept. Il s'agit de l'image représentant la lettre 'i' en blanc dans un rond bleu (Figure 5.10).



FIGURE 5.10 – L'icône information

Cependant, nous ne pouvons pas utiliser seulement ce symbole. Il est nécessaire de l'associer avec une autre forme afin de pouvoir y insérer l'information proprement dite. Nous proposons alors dans la Figure 5.11 trois constructions différentes sur base de trois types de formes : un parallélogramme, un trapèze et un carré pivoté de 45°.

FIGURE 5.11 – Différentes propositions pour représenter le concept d'*Information*

Dans ce cas-ci, le problème d'avoir des formes pouvant ressembler au symbole de tâche est atténué par deux facteurs. Premièrement, l'utilisation d'une couleur permet de différencier le symbole par rapport aux autres qui n'en utilisent pas ou utilisent une couleur différente. Deuxièmement, l'application du principe de dual code permet de renforcer la signification du symbole : le texte (certes très court) "i" faisant référence l'icône d'information (Figure 5.10).

Finalement, le choix du symbole est purement arbitraire car les trois propositions sont pratiquement égales. Nous choisissons le premier symbole.

Symbole choisi : (a) le parallélogramme bleu.

g) Les concepts de *Switch Link On* et *Off*

Ces concepts désignent une relation de deux types : activation (*On*) et désactivation (*Off*) d'un but d'un acteur si le système se trouve dans un contexte donné. Une relation relie un ensemble de composants du contexte (Location, Time, State, Activity et Information) à une propriété intentionnelle (Goal, Softgoal, Taske et Resource) d'un acteur. L'ensemble désigne un état particulier du contexte de l'utilisateur, par exemple le lieu "At School" et l'activité "Attending A Lecture". La relation peut également relier le symbole de belief à un but. Si le contexte est celui décrit par cet ensemble à un moment de l'exécution du système, alors le but auquel il est relié est activé ou désactivé, selon le type de la relation (*On* ou *Off*).

Vu que la relation peut être de deux types différents, nous allons proposer deux constructions, à savoir une pour chaque type. Il existe beaucoup d'icônes exprimant l'activation et la désactivation d'une machine ou d'autres objets. Nous proposons les trois binômes suivants 5.12 : (a) un rond vert contenant un V et un rond rouge affichant un X, (b) les icônes que l'on trouve bien souvent dans les logiciels multimédia, c'est-à-dire les icônes *Play* (triangle vert orienté vers la droite) et *Stop* (carré rouge) et (c) les icônes d'un cadenas ouvert et fermé.

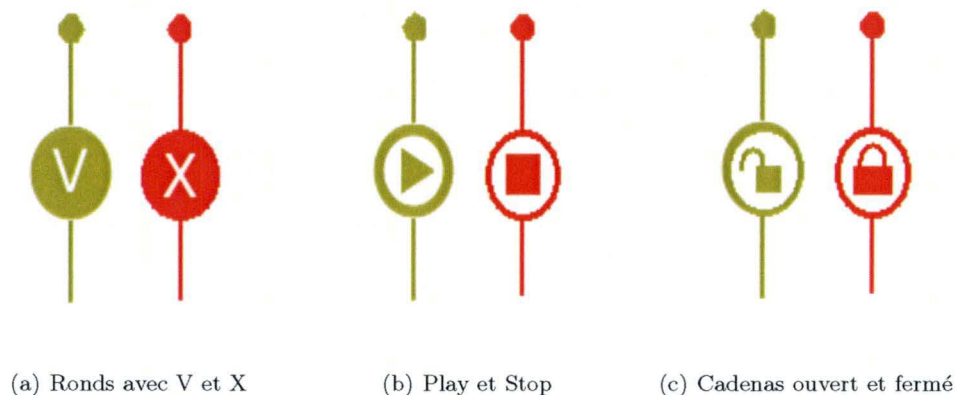


FIGURE 5.12 – Différentes propositions pour représenter les concept de *Switch Link On* et *Off*

Parmi les trois propositions, nous sélectionnons la deuxième qui s'avère être la plus expressive. De plus, la première proposition sont similaires aux symboles utilisés dans un but d'évaluation [8] et peut entraîner une confusion au niveau de la signification des constructions.

Symbole choisi : **Play et Stop**.



### 5.3 Modélisation des exigences liées à la vie privée avec $i^*$ et notre extension

Maintenant, nous disposons des éléments nécessaires pour modéliser le contexte mobile d'un utilisateur de systèmes ubiquitaires. La Figure 5.13 résume les constructions graphiques que nous avons choisi pour l'extension.

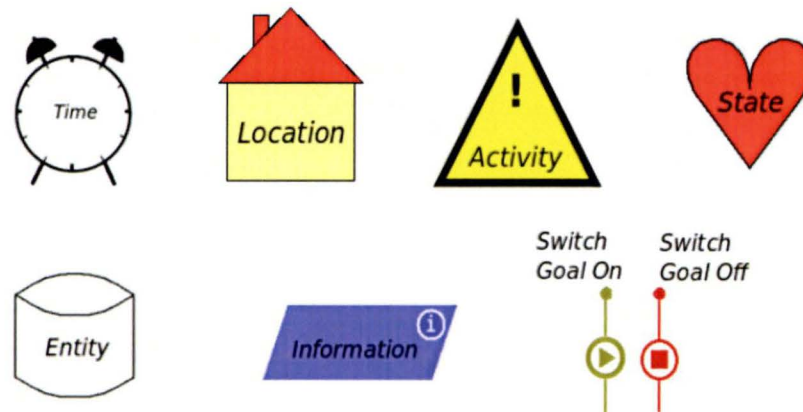


FIGURE 5.13 – Résumé de notre extension pour modéliser le contexte mobile avec  $i^*$

Pour illustrer notre extension, des exigences tirées de différentes situations de l'étude Facebook vont être modélisées. Il s'agit d'exigences faisant référence aux facteurs d'influences *Etiquette* et *Proximity*. Elles expriment comment l'utilisateur réagit activement face à un contexte dynamique pour protéger sa vie privée lorsqu'il utilise son mobile. Il a été montré (dans le chapitre 3) que le facteur *Aggregation* n'avait aucun rapport avec le contexte mobile. Néanmoins, il est en relation avec le concept de contexte. Nous allons tout de même modéliser une exigence relative à ce facteur qui pourrait être exprimée par tout utilisateur Facebook. Ainsi nous pouvons montrer l'expressivité de notre extension (Figure 5.14. Les exigences sont rappelées ci-dessous.

Exigence 5.1 : *Keep the mobile close to the body if strangers are nearby.*

Exigence 5.2 : *Don't use Facebook on the mobile if the user is attending a family event, but it's ok if the user is attending a lecture.*

Exigence 5.3 : *Looking at profiles in a library is not accepted regarding friend's privacy.*

Exigence 5.4 : *Don't talk about working problems on Facebook if the colleagues and the boss are part of the contacts.*

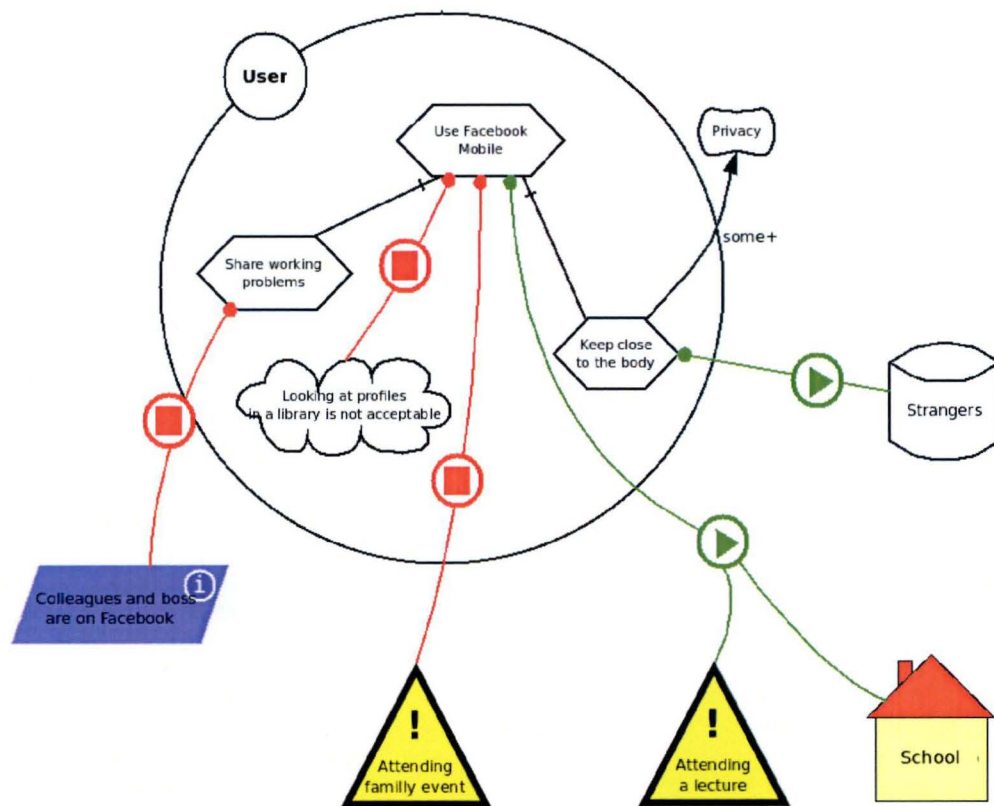


FIGURE 5.14 – Modèle  $i^*$  utilisant notre extension pour représenter des exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile

## 5.4 Evaluation de notre extension $i^*$

Dans cette section, nous allons évaluer l'extension proposée ci-dessus. Nous l'évaluerons sur deux dimensions : (1) la sémantique et (2) la syntaxe. La sémantique sera évaluée sur les choix des concepts sémantiques que nous avons ajoutés. Quant à la syntaxe, nous l'évaluerons sur son efficacité cognitive. Elle sera estimée sur base des principes de Moody [42].

### 5.4.1 Evaluation des concepts

Le choix des concepts sémantiques de l'extension s'est fait sur base des éléments que nous avons considéré comme important pour modéliser les exigences des utilisateurs d'un système ubiquitaire et mobile. Le raisonnement du document fait donc office de première validation des concepts choisis. En effet, nous avons tout d'abord discuté dans le chapitre 3 de l'importance du contexte pour les systèmes ubiquitaires. Ensuite, dans le chapitre 4, nous avons réalisé une évaluation de la capacité de  $i^*$  à modéliser le contexte. Nous avons donc pu déterminer les concepts qui ont constitué notre extension.



Cependant, les modèles présentés au point précédent montrent que certaines constructions graphiques n'ont pas été utilisées pour représenter les exigences tirées de l'étude [31]. Par conséquent, certains concepts se sont avérés inutiles : State et Time. Toutefois, cette même étude a été appliquée à petite échelle. Il serait donc pertinent de la reproduire sur un plus ample échantillon d'utilisateurs. D'autres exigences et d'autres éléments peuvent alors faire leur apparition. Ceux-ci peuvent alors nécessiter l'utilisation de ces deux concepts inutilisés. De plus, le concept de Time est depuis bien longtemps considéré comme un élément important pour les systèmes dits *context-aware* [35].

#### 5.4.2 Evaluation de la notation visuelle

Pendant la phase des choix des symboles, nous avons utilisé certains principes de Moody pour sélectionner les meilleures propositions et ainsi maximiser l'efficacité cognitive de notre extension. Cependant, tous les principes n'ont pas été appliqués. Certes, nous avons décidé et justifié de ne pas appliquer le principe de complexity management. Mais nous n'avons pas toujours tenu compte de tous les autres principes pour justifier le choix de chaque symbole. C'est pour cela qu'il est important d'évaluer notre extension.

1. *Semiotic Clarity* : notre extension satisfait parfaitement l'existence d'une correspondance 1 :1 entre les constructions sémantiques et les symboles graphiques. Il n'y a aucun symbole redondant (deux symboles pour un seul concept), surchargé (un symbole utilisé pour deux concepts), en excès ou manquant. Résultat : **Très bon**.
2. *Perceptual Discriminability* : tous les symboles de l'extension sont facilement différenciables entre eux et par rapport aux symboles de  $i^*$ . Certains d'entre eux emploient des formes déjà utilisées (par exemple : le cercle pour l'icône de réveil), mais ils se distinguent des autres par l'application de couleurs ou par l'association avec d'autres formes (par exemple : le symbole de la maison). De plus, nous avons mieux exploité la variable de forme, en proposant de nouvelles formes. Nous avons également appliqué quelques couleurs de base. Cependant, la couleur rouge se trouve dans trois symboles : State, Location et Switch Goal Off. Les symboles de Time et Entity ne disposent pas de couleur car aucune ne permet de suggérer la signification des symboles. Résultat : **Bon**.
3. *Semantic Transparency* : ceci veut qu'un symbole puisse faire penser intuitivement à sa signification. 7 symboles sur 8 sont ou se basent sur des icônes. Seul le symbole d'Entity n'est pas du tout représenté par une icône. Résultat : **Bon**.
4. *Complexity Management* : ce principe illustre la capacité d'une notation visuelle à gérer la complexité des diagrammes.  $i^*$  n'applique pas du tout ce principe et nous avons décidé de ne pas tenir compte de ce principe. C'est pourquoi notre extension ne gère pas non plus la complexité. Résultat : **Mauvais**.

5. *Cognitive Integration* : ce principe exige d'employer de mécanismes afin de naviguer facilement parmi tous les diagrammes du système. Dans notre cas, nous n'avons pas ajouté de type de diagramme. L'évaluation de notre extension est identique à celui de  $i^*$ . Résultat : **Très bon**.
6. *Visual Expressiveness* : le nombre de variables employées est égale à 4 (sur 8 disponibles). La variable de couleur a été ajoutée par rapport à celles utilisées par  $i^*$ . Nous sommes donc juste à la moitié. Mais il est important de rappeler qu'il est rare pour un langage informatique graphique d'employer plus de trois variables visuelles. Elles se limitent généralement aux variables de forme et d'orientation. Résultat : **Moyen**.
7. *Dual Coding* : le principe de dual coding veut que l'on applique conjointement du texte et des formes graphiques pour un symbole. Or, nous n'appliquons pas du tout ce principe (tout comme  $i^*$  d'ailleurs). Résultat : **Mauvais**.
8. *Graphic Economy* : ceci calcule le nombre de formes graphiques distinctes de la notation. Notre extension en compte 8. Rajoutons à cela les 16 symboles de base pour  $i^*$ . De plus, la capacité humaine à différencier des formes graphiques est limitée à environ 6 formes. Nous pouvons donc constater que le vocabulaire visuel de notre extension est trop important. Néanmoins, chaque concept possède son propre symbole et chaque symbole (sauf Entity) fait référence intuitivement à sa signification. Résultat : **Mauvais**.
9. *Cognitive Fit* : ce principe exige qu'il existe différents dialectes pour différents publics et/ou différentes tâches. Dans notre cas, nous n'avons qu'un seul dialecte. Néanmoins, nous utilisons des icônes pour la plupart des symboles, ce qui favorise la lecture d'un public non-initié. De plus, ceux-ci ne sont pas trop difficiles à dessiner à la main. Résultat : **Moyen**.

Finalement, le résultat est plutôt mitigé. Notre extension est sémantiquement claire. Elle est dotée de symboles différenciables et sémantiquement transparents. Elle fait preuve d'une très bonne intégration cognitive. Cependant, elle ne gère pas la complexité, ce qui a été choisi délibérément pour éviter l'ajout de mécanismes de gestion. Elle ne dispose que d'un seul dialecte, mais qui est très accessible pour les novices. Elle n'utilise pas conjointement du texte et des formes graphiques et compte trop de symboles, mais ceux-ci sont intuitifs. Et enfin, elle n'utilise que la moitié des variables visuelles (4 sur 8), mais ce qui est bien mieux que la plupart des autres langages informatiques. Le tableau de la Figure 5.15 résume les résultats de cette évaluation.



Principe	Respect ?	Principe	Respect ?
<i>Semiotic Clarity</i>	Très bon	<i>Visual Expressiveness</i>	Moyen
<i>Perceptual Discriminability</i>	Bon	<i>Dual Coding</i>	Mauvais
<i>Semantic Transparency</i>	Bon	<i>Graphic Economy</i>	Mauvais
<i>Complexity Management</i>	Mauvais	<i>Cognitive Fit</i>	Moyen
<i>Cognitive Integration</i>	Très bon		

Échelle d'évaluation : mauvais, faible, moyen, bon, très bon

FIGURE 5.15 – Résumé de l'évaluation visuelle de notre extension

En conclusion, quatre principes sont satisfaits, deux en partie et trois ne le sont pas du tout. Il est donc encore possible d'améliorer l'efficacité cognitive de l'extension. Toutefois, il est très difficile de pouvoir satisfaire l'entière des principes. Favoriser certains d'entre eux peut avoir des conséquences négatives pour d'autres. Il est donc question de trouver un équilibre entre les principes. Par conséquent, nous pouvons affirmer que notre proposition d'extension présente une efficacité cognitive plus que satisfaisante.

## 5.5 Résumé du chapitre

Dans ce dernier chapitre, nous avons commencé par détailler la théorie de Moody qui a pour but d'évaluer des notations visuelles. Cette théorie donne lieu à neuf principes fondamentaux à respecter pour pouvoir déterminer le niveau d'efficacité cognitive d'un langage graphique. En d'autres mots, ces principes permettent d'évaluer à quel point une notation est efficace pour communiquer l'information qu'elle est sensée représenter. Si une notation est efficace cognitivement, cela veut dire qu'il n'est pas difficile de comprendre l'information encodée dans un diagramme. Nous avons défini un processus basé sur cette théorie dans l'intention de concevoir clairement et rigoureusement notre extension : (1) choisir le langage de base, (2) déterminer les nouveaux concepts, (3) choisir les variables visuelles à employer et (4) sélectionner les symboles pour chaque concept.

Ensuite, nous avons réalisé l'extension selon le processus mentionné précédemment. Nous avons choisi d'étendre le langage  $i^*$  avec huit nouveaux concepts : Time, Location, Activity, State, Entity, Information, Switch Goal On et Switch Goal Off. Ceux-ci vont en effet permettre de modéliser les exigences des utilisateurs de systèmes ubiquitaires et *contexte-aware*. Pour chaque concept, nous avons défini un symbole en suivant au mieux les principes de Moody. Nous avons également illustré notre extension en modélisant des exigences tirées de l'étude Facebook. Nous avons ainsi remarqué qu'elle permettait de

modéliser correctement ce type d'exigences

Finalement, nous avons évalué l'extension sur sa sémantique et sa syntaxe. Pour la sémantique, cela revient à évaluer les concepts sémantiques de l'extension. Nous avons justifié le choix de ses concepts par le raisonnement du présent document. Et pour la syntaxe, nous avons appliqué à nouveau tous les principes de Moody. Nous avons constaté que notre extension respecte raisonnablement ses principes.





## Chapitre 6

# Conclusion

Nous clôturons notre mémoire par une conclusion de l'ensemble des chapitres présentés précédemment. Par ailleurs, nous discuterons des principales contributions et nous aborderons les perspectives et les applications pour les travaux futurs.

### 6.1 Résumé du mémoire

Au début de ce mémoire, les motivations d'étudier les approches Goal-Based de l'ingénierie des exigences ont été présentées. Son intérêt principale réside dans la manipulation explicite des désirs des utilisateurs. D'autant plus qu'aujourd'hui, les systèmes informatiques, tout comme les objectifs des acteurs, atteignent des degrés élevés de complexité. En outre, nous avons émis l'hypothèse que ces méthodologies n'ont jamais été remises en question, en ce qui concerne la modélisation d'exigences liées à la vie privée dans le cadre de l'informatique ubiquitaire et mobile.

Afin de pouvoir concrètement vérifier les capacités des méthodologies, nous avons présenté une étude des comportements et de la gestion de la vie privée d'utilisateurs nomades. Cette étude se base sur une nouvelle façon d'observer les agissements des utilisateurs de mobiles, afin d'envahir au minimum leur espace personnel et, par la même occasion, d'éviter de modifier leurs comportements. Elle consiste à faire remplir par les participants un petit questionnaire et d'y associer une phrase (*memory phrase*). Cette phrase décrit la situation vécue au moment de l'utilisation du logiciel étudié et vise à leur faire remémorer ces situations lors d'une interview. Ainsi, il en ressort cinq sous-catégories d'exigences liées à leur gestion de la vie privée : *Personal Policy*, *Inside Knowledge*, *Etiquette*, *Proximity* et *Aggregation*.

Chaque catégorie présente un lien étroit avec le *contexte*. Cette concept de contexte va bien plus loin par rapport à ce que considèrent habituellement les logiciels dits *context-aware*. C'est un concept complexe faisant intervenir un ensemble d'éléments (physiques ou abstraits) décrivant une situation, ainsi que des valeurs socio-culturelles que suscitent



certaines de ces éléments. De plus, le contexte influence fortement les utilisateurs nomades et les force à adopter certains comportements relatifs à la gestion de leur vie privée. En effet, les utilisateurs ont montré une certaine *adaptabilité* de l'utilisation du mobile face à un changement de contexte, et ceci afin de protéger leur vie et leur espace privés.

A ce moment-là, nous avons pu étudier et extraire des exigences liées à la vie privée, sur base des observations de cette étude. Les notations KAOS et  $i^*$  ont été utilisées pour représenter ces exigences. Cependant, nous avons constaté que les notations ne permettent pas de modéliser explicitement le contexte. Quant à l'adaptabilité des besoins des utilisateurs, les notations n'offrent aucune construction pour la représenter.

Afin de pouvoir modéliser ces exigences, impliquant les concepts de contexte et d'adaptabilité des besoins, nous avons proposé une extension de  $i^*$ . Nous nous sommes basé sur une récente théorie (proposée par Moody) qui permet d'évaluer et de concevoir des notations visuelles cognitivement efficaces. Ensuite, nous avons testé notre extension et nous avons constaté qu'elle exprimait parfaitement les exigences des utilisateurs nomades. Enfin, nous avons évalué notre extension toujours selon la théorie de Moody. Bien qu'il ne soit pas possible de satisfaire tous les principes de la théorie, notre proposition affiche un résultat plutôt satisfaisant.

## 6.2 Analyse des contributions

Dans ce mémoire, notre contribution se résume en deux points :

1. Nous avons analysé et comparé les langages KAOS et  $i^*$  relativement à leur capacité de modélisation du contexte mobile et de l'adaptabilité des besoins des utilisateurs. Dans la littérature, nous n'avons trouvé aucun document faisant l'analyse de ce sujet. De plus, ces concepts sont très importants pour modéliser les exigences liées à la vie privée d'utilisateurs de mobiles. Au final, nous en avons conclu que les deux notations orientées-but ne peuvent pas représenter les deux concepts.
2. Nous avons proposé une extension du langage  $i^*$  dans le but de fournir les mécanismes nécessaires pour modéliser les exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile. Les concepts de contexte et d'adaptabilité des buts sont ainsi exprimables avec une notation orientée-but. Pour cela, nous nous sommes basé sur une théorie favorisant la conception de notations visuelles cognitivement efficaces.

## 6.3 Critiques et perspectives

Dans cette dernière partie, nous allons apporté un regard critique sur le travail présenté dans ce document, ainsi qu'une perspective de travaux futures.

Tout d'abord, nous nous sommes basés sur [31] afin de déterminer les exigences liées à la vie privée dans un cadre mobile. Or, cette étude se base sur un nombre réduit de participants, tel qu'il en a été discuté au point 3.5 (i.e. problème de représentativité et d'échantillonnage). Il est alors intéressant d'effectuer d'autres observations pour confirmer (ou réfuter) les résultats obtenus. Néanmoins, l'étude souligne cette idée de l'importance du contexte dans les systèmes ubiquitaires, ce qui est depuis longtemps étudié et argumenté dans la littérature. Les résultats présentés sont également très riches malgré le faible nombre d'utilisateurs interviewés.

Ensuite, dans le chapitre 4, nous avons limité notre comparaison à l'expressivité graphique des notations KAOS et  $i^*$ . Il peut sembler intéressant d'étudier d'autres notations, tels que NFR et GBRAM, afin de vérifier si celles-ci possèdent des constructions plus adaptées à notre sujet d'étude. Cependant, KAOS et  $i^*$  sont les notations orientées-but les plus importantes et les plus sophistiquées de l'approche orientée-but. Il serait par contre intéressant d'explorer les processus d'identification des exigences afin d'étudier leurs capacités à détecter les réels besoins des utilisateurs nomades. Nous avons vu que dans la méthode présentée dans [31], celle-ci nécessite l'existence d'une application à priori, afin d'en étudier les exigences. Cependant, il est important de pouvoir déterminer les exigences avant de développer tout système de façon à favoriser son bon développement et son succès. Enfin, il existe certainement des types de méthodologies différents qui soient plus adaptés pour identifier et/ou modéliser les exigences dans un cadre mobile.

Enfin, l'extension que nous avons proposé dans le dernier chapitre a été développée en fonction des principes de Moody visant à maximiser l'efficacité des notations visuelles. Ceci est un point très positif. En effet, depuis de nombreuses années, l'ingénierie des exigences utilise des langages graphiques pour représenter les systèmes informatiques. Mais il n'a jamais été question de savoir si une notation était "bonne" ou pas. D'ailleurs, la théorie de Moody est très récente ([42] publié en 2009). Cela ne veut pas dire que notre extension est au maximum de son efficacité cognitive. Au contraire, elle peut être encore améliorée ou modifiée selon les principes que l'on désire favoriser. De plus, elle n'a pas été évaluée rigoureusement avec des utilisateurs. Néanmoins, cela peut servir de base pour tout développeur de systèmes ubiquitaires qui désire représenter ces systèmes avec un langage de modélisation orientée-but.





# Bibliographie

- [1] Bashar Nuseibeh and Steve Easterbrook. Requirements engineering : a roadmap. In *Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering*, pages 35–46, Limerick, Ireland, 2000. ACM.
- [2] A.I. Anton. Goal-based requirements analysis. In *Requirements Engineering, 1996., Proceedings of the Second International Conference on*, pages 136–144, 1996.
- [3] Eric Yu. Towards modeling and reasoning support for Early-Phase requirements engineering. In *Proceedings of the 3rd IEEE International Symposium on Requirements Engineering*, page 226. IEEE Computer Society, 1997.
- [4] P. Giorgini, J. Mylopoulos, and R. Sebastiani. Goal-oriented requirements analysis and reasoning in the tropos methodology. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 18(2) :159–71, March 2005. Copyright 2005, IEE.
- [5] Anne Dardenne, Axel van Lamsweerde, and Stephen Fickas. Goal-directed requirements acquisition. *Sci. Comput. Program.*, 20(1-2) :3–50, 1993.
- [6] Brian Nixon John Mylopoulos, Lawrence Chung. Representing and using non-functional requirements : a process-oriented approach. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 18(6) :483–497, 1992.
- [7] Eric Yu and Luiz Marcio Cysneiros. Designing for privacy and other competing requirements. *2nd Symposium on Requirements Engineering for Information Security (SREIS'02).*, 2002.
- [8] Lin Liu, Eric Yu, and John Mylopoulos. Security and privacy requirements analysis within a social setting. In *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Requirements Engineering*, page 151. IEEE Computer Society, 2003.
- [9] Axel van Lamsweerde. Elaborating security requirements by construction of intentional Anti-Models. In *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering*, pages 148–157. IEEE Computer Society, 2004.
- [10] Axel Van Lamsweerde and Emmanuel Letier. From object orientation to goal orientation : A paradigm shift for requirements engineering. In *Radical Innovations of Software & System Engineering, Monterey'02 Workshop, Venice(Italy), LNCS*, pages 4–8. Springer-Verlag, 2003.



- [11] A. van Lamsweerde. Requirements engineering in the year 00 : a research perspective. In *Software Engineering, 2000. Proceedings of the 2000 International Conference on*, pages 5–19, 2000.
- [12] Fausto Giunchiglia, John Mylopoulos, and Anna Perini. The tropos software development methodology : processes, models and diagrams. In *Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems : part 1*, AAMAS '02, pages 35–36, New York, NY, USA, 2002. ACM.
- [13] Eric Yu. *Agent orientation as a modelling paradigm*, volume 43. Gabler, Wiesbaden, ALLEMAGNE, 2001.
- [14] Objectiver's methodology : Kaos. <http://www.objectiver.com>.
- [15] Axel Van Lamsweerde. Goal-Oriented requirements engineering : A guided tour. In *Proceedings of the Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering*, page 249. IEEE Computer Society, 2001.
- [16] i\* guide : i\* wiki home. <http://istar.rwth-aachen.de/tiki-index.php>.
- [17] Claudia P. Ayala, Carlos Cares, Juan P. Carvallo, Gemma Grau, Mariela Haya, Guadalupe Salazar, Xavier Franch, Enric Mayol, and Carme Quer. A Comparative Analysis of i\*-Based Agent-Oriented Modeling Language. In *In Proceedings of 17th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'05)*, pages 43–50, 2005.
- [18] Xavier Franch. On the quantitative analysis of agent-oriented models. In Eric Dubois and Klaus Pohl, editors, *Advanced Information Systems Engineering*, volume 4001 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 495–509. Springer Berlin / Heidelberg, 2006.
- [19] Daniel Moody, Patrick Heymans, and Raimundas Matulevičius. Visual syntax does matter : improving the cognitive effectiveness of the i\* visual notation. *Requirements Engineering*, 15 :141–175, 2010. 10.1007/s00766-010-0100-1.
- [20] David Wright, Serge Gutwirth, Michael Friedewald, Paul De Hert, Marc Langheinrich, and Anna Moscibroda. Privacy, trust and policy-making : Challenges and responses. *Computer Law and Security Report*, 25(1) :69–83, 2009.
- [21] Alan Westin. *Privacy and freedom*, 1967.
- [22] Irwin Altman. Privacy regulation : Culturally universal or culturally specific ? *Journal of Social Issues*, 33(3) :66–84, 1977.
- [23] Leysia Palen and Paul Dourish. Unpacking "privacy" for a networked world. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 129–136, Ft. Lauderdale, Florida, USA, 2003. ACM.

- [24] Roger Clarke. Internet privacy concerns confirm the case for intervention. *Commun. ACM*, 42(2) :60–67, 1999.
- [25] Julia B. Earp and David Baumer. Innovative web use to learn about consumer behavior and online privacy. *Commun. ACM*, 46(4) :81–83, 2003.
- [26] A.I. Anton, J.B. Earp, and A. Reese. Analyzing website privacy requirements using a privacy goal taxonomy. In *Requirements Engineering, 2002. Proceedings. IEEE Joint International Conference on*, pages 23–31, 2002.
- [27] K. Taguchi and Y. Tahara. Curriculum design and methodologies for security requirements analysis. *Progress in Informatics*, (5) :19–34, March 2008. Copyright 2008, The Institution of Engineering and Technology.
- [28] Lyubov Kolos-mazuryk, Gert-Jan Poulisse, and Pascal van Eck. Requirements engineering for pervasive services. In *In Workshop on Building Software for Pervasive Computing, Held in conjunction with OOPSLA'05*, 2005.
- [29] Sarah Spiekermann and Marc Langheinrich. An update on privacy in ubiquitous computing. *Personal Ubiquitous Comput.*, 13(6) :389–390, 2009.
- [30] Mark Weiser. The computer for the 21st century. *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, 3(3) :3–11, 1999.
- [31] Clara Mancini, Keerthi Thomas, Yvonne Rogers, Blaine A. Price, Lukazs Jedrzejczyk, Arosha K. Bandara, Adam N. Joinson, and Bashar Nuseibeh. From spaces to places : emerging contexts in mobile privacy. In *Proceedings of the 11th international conference on Ubiquitous computing*, pages 1–10, Orlando, Florida, USA, 2009. ACM.
- [32] J. Shen and X. Shen. User requirements in mobile systems. In *Proceedings of the 2001 Americas Conference on Information Systems*, pages 1341–1344, 2001.
- [33] Gregory D. Abowd, Anind K. Dey, Peter J. Brown, Nigel Davies, Mark Smith, and Pete Steggles. Towards a better understanding of context and Context-Awareness. In *Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pages 304–307, Karlsruhe, Germany, 1999. Springer-Verlag.
- [34] Guanling Chen and David Kotz. A survey of context-aware mobile computing research. Technical report, 2000.
- [35] PJ Brown, JD Bovey, and Xian Chen. Context-aware applications : from the laboratory to the marketplace. *Personal Communications, IEEE [see also IEEE Wireless Communications]*, 4(5) :58–64, 1997.
- [36] Paul Dourish. What we talk about when we talk about context. *Personal Ubiquitous Comput.*, 8(1) :19–30, 2004.
- [37] Keerthi Thomas, Arosha K. Bandara, Daniele Leocata, Blaine A. Price, and Bashar Nuseibeh. Distilling privacy requirements for mobile applications. Technical report, The Open University, Milton Keynes (UK), 2010.



- [38] Thomas Gieryn. A space for place in sociology. *Annual Review of Sociology*, pages 463–396, 2000.
- [39] John Krogstie. Requirement engineering for mobile information systems. In *Proceedings of the Seventh International Workshop on Requirements Engineering*, 2001.
- [40] Tom Rodden, Keith Chervest, Nigel Davies, and Alan Dix. Exploiting context in hci design for mobile systems. In *in Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices*, 1998.
- [41] Bill N. Schilit, Norman Adams, and Roy Want. Context-aware computing applications. In *In proceedings of the workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pages 85–90. IEEE Computer Society, 1994.
- [42] Daniel L. Moody. The “physics” of notations : Toward a scientific basis for constructing visual notations in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 35 :756–779, 2009.

## Annexe A

# Transcriptions partielles des interviews de l'étude Facebook

### A.1 Partial transcripts from the interview with Dr -31.03.09

#### *Transcription*

I usually don't share my private life on Facebook, or at least what I think is my private life (when I was in a relationship my relationship status on facebook didn't change).

Project officer : intellectual property. Live alone and drive to work, even though live only one mile away. Like triathlon and photography. Goes out only every two weeks.

Started very excited using almost every day within a close group of friends at work, until there was a social accident : we went outside we did some pictures and put them on facebook and some of the people inside the close group asked why were we not invited to the dinner, so I started to be concerned about security and the fact that you need to share everything with everyone (of your friends)...I got concerned and stop to use it and put the security filters really high so no one was able to find me. The concern is that you have your public life exposed and that you don't have control...the picture was uploaded by another person and she put a tag so everyone had access to the full album so everyone could see what we had done...so I had done something over which I didn't have control. Also at the time there was a rumour that facebook was selling personal details to other companies so I got concerned about that as well...I don't know if it's true or not. I stop uploading everything for one years. One year ago I changed attitude, I don't know why, and I put the filters down and people were able to see me again and I got interested in it again...that (if there was an episode that triggered that) I can't remember, but a year ago facebook exploded in Italy as well...it exploded among my friends so I was quite excited about finding and being found by my friends...yes, I started to use it pretty much every day...and also my sister joined last year and told me, yes, facebook...you hadn't told me that you had it...a bit yes (she resented that I hadn't told her I was on it) because she was excited as well.



Now it's almost every day. Usually update my status every day, maybe I'm checking it two or three times a day. Yesterday I found my sister so we started to chat so it was about half an hour...usually is less. Usually it is on the desktop...sometimes on the mobile...usually 90% on the desktop and 10% on the mobile...easier on the desktop for the interface and the speed of connection. 98 friends, I met them all at some point of my life...friendship is a lot for me...I tend to consider friends a small number of them...seven eight...the people I can count on in my life are on facebook are among the people of facebook. Yes (I wouldn't mind my parents being on my facebook) because there is nothing that is really private.

*First action*

Usually I tend to be specific on a certain topic which I'm ok that people know...I'm not happy people knowing about my relationship...or my personal problems, my working problems...I usually don't put these... Was alone waiting to go to the gym...was comfortable...

*Second action*

That was a joke for you guys...was watching tv...on my own...nobody saw me.

*Third action*

Watching tv ...on my own

*Fourth action*

Waiting to go to Tesco...was alone...nobody saw me.

*Fifth action*

(wanted my friends to know) I got three comments with that...interesting that I want my friends to know and then I get comments... There is a way if I want to target a specific person on specific things...if I want to have some support from particular people I tend to use that particular thing that relate to that person...that person reacts. If you go back to my status with Karis...I write down "Dario is missing katan...it's basically a war game...and am very close to Karis and her husband Chris and nobody else knows about that and Karis replies "I am missing that too and if you come in September we can play".

*Sixth action*

In the garden... (garden is overlooked) I don't care...

*Seventh action*

(same thing happened : he says he wanted his friends to know and he got comments back) I am surprised now because I am noticing that when I want others to know I get a reaction whereas when I say that I am bored I get no reaction...it's like I'm doing but I am unconscious that I am doing it. Was in the gym in the Costa café.

*General questions*

I don't mind let people see me updating my status on facebook because I quite like technology usually and...the iphone went out November 2008 and I got that iphone nov 2008...but if people see the content I think it's not their business, I get a bit annoyed and

frustrated and irritated...it my stuff, I don't want to share my stuff with you that I don't know...I am more concerned about the monetary value of the telephone...and if somebody would like to stole it from me...I am more concerned about showing the technology in public because that can attract attention from people who want to stole it...steal or try to steal...that's going to be a difficult situation...

I was on the train last year...from Birmingham to London...we were considering the train or the bus, definitely we went with the train because I was able to plug my iphone. I didn't no, because most of the time with iphone you can do at least two things at the same time, you can listen to music and you can do other stuff, so usually I listen to music and try to isolate myself from the world. I think this question is pretty much the same as text, like a normal texting in public...I don't have any problem, it's a way of communication...yes, I am worried about the monetary value but...in first I would be irritated...possibly you are too close to me, so you are invading my space...with the text is "we are going to meet in five minutes, I'm going to be late, sorry", with facebook is more general stuff : what do you do, what you are up to...I think if you follow my story if you follow my page, yes you can get a lot of information about people, but it is only one spot on the bus, no...yes (it bothers me in the same way, for the same reasons) because it invades my space...so I get annoyed.

If I am out with friends I don't take my phone out, I don't do facebook...yes, ok, if I am with my sister I keep to read emails, but no I don't use facebook and I tend not to use the mobile...because I am busy with other stuff, talking with them, socialising...facebook tends to feel the gaps...if I am with a person I concentrate with that person...also because the iphone is quite fancy I don't like showing it, something I have bought for me not showing I can afford it...

Not that I consider private : no relationships, no problems, no work...not problems I have with my boss, with my friends...just general things which I don't think are much relevant to other people for security...yesterday I had a meeting with my boss and the boss is really happy with my work and says yes we are thinking about extending your contract, I was very happy but this is something I would never share with facebook, so I called my family and said, hmm, there is this opportunity that has just come I am really excited, but I am not going to share that (on facebook)...when the contract is finalised maybe...but this stuff I would never put on facebook because my stuff, yes, it's mine. Yes (I share it with some people) but with different way of communication, like with email or phone...because you have control on it. There are two other things that I am comfortable sharing : what I am doing now, it's ok; the triathlon and the photography is fine, while other definitely are not. I don't have a filter that I can choose what yes and what not.

Do the checking on the laptop and the status update from the mobile. I look at all the status update form all the friends, all the pictures from all the friends, this is what I



usually look at...and then there is my status update, which is from the mobile. It's for the interface, because with the mobile it's easier to filter just the status update or just the photos from the PC.

## A.2 Partial transcripts from interview with Dv – 27.03.09

### *Transcription*

(For the past week little mobile Facebook activity because there was so much work to do for the course assignment that I was) ...completely unavailable for anything, including eating...if you were even seen to be near your phone by another member of your group...you would have probably been frowned at...not even taking personal calls.

I am far more inclined to use my laptop just because it's so much easier. If I happen to be near my computer the mobile takes a back seat...for practical reasons. On the computer you can see more contextually and you have a keyboard to type. You can do multiple things at ones (have the news open, as well as facebook and your work file).

### *First action*

This time last week I was about to start my final year project and I wasn't looking forward to it. I thought that a lot of my friends on facebook were in the same position as me, they were all about to start and I thought that was a feeling that they were also probably feeling so I just wanted to share. I was kind of relaxed looking at what I was going to do the following week and probably was on my bed. I was alone in my bedroom watching tv during an advert break.

### *Second action*

To let my friends know that I won't have my mobile...so they would be aware is I didn't answer the phone. Also as a kind of a joke because my friends don't use the mobile quite so much and think that people with an iphones...are always using them. A bit of a joke at my own expenses. It was to give a bit of information and make a joke. A news update because you want people to know. In the living room with friends, I can't remember what I was doing. We were probably sitting around...I wasn't feeling we were socialising right then. They were also my facebook friends and was communicating with them also in real life at the same time.

### *Third action*

Morning after finishing my FYI again I just wanted to share...because I was there with my mobile I did it on the mobile. I wanted my friends to know that I was relaxing, it was a shared experience... (they would have been finished work as well). I wanted them to leave me alone. My status was due for an update...

### *Fourth action*

I was in a pub socialising with B. other did see my action and I didn't even think about it. It doesn't occur to me. I'm quite happy to use my phone wherever whenever. Even in places where I know people don't enjoy other people using mobile phones I don't care I have total disrespect for the rules. Recently if I see something I want to share I use twitter because it's very easy to update photos so I don't do it through facebook anymore. When



there is an experience I want to share I'd post a photo rather than writing about it (on facebook). I do it because of the novelty, I have never been able to do this with a mobile before.

*Fifth action*

I didn't actually post this one, this is one of my friends. I don't know how they got it (the phone), probably when I looked away. Just before we went out. It was one of the girls that did it. That didn't bother me at all. It's kind of an ongoing joke, we update (each other's) statuses. You can do it to anybody but probably wouldn't say something like this. If someone left their laptop open. I wouldn't do it to someone I didn't know. I wouldn't let some of my friends have my phone because they are clumsy (and also because the might post something I don't want). I don't know many people who don't have facebook, partly because the uni of bath uses facebook to post events.

*Sixth action*

I thought I would let the world know of my disapproval (of the weather, which was bad just as I finished my assignment). I was thinking about something in the future (playing a game outdoors, which had to be cancelled).

*General questions*

I feel like I am in many relationships because the relationships with my friends are...

I don't add people who I don't actually know (200 roughly), some people add friends randomly

Yes (I tend to use my mobile more to check than to do actions). I use my mobile to check facebook when I am on the bus on my own. I may share something I have seen on facebook with my friends, but it doesn't happen often because if my friends are there I am interacting with them. It takes a while so if your friends are there you interact with them. (concern about being seen by others) not necessarily because I don't want them to see what I am sharing, but because it is not relevant to them. If you are telling a friend about what you are going to do in the weekend...you don't necessarily want the world to know what you do at the weekend. I wouldn't say I feel uncomfortable with people seeing what I am reading or writing, but at that point you are more aware of people who are watching, at that point, if there was anybody, but equally you don't do that on your phone because reading and replying to what is essentially a long email isn't possible. But equally if you are using your mobile you don't have much problem with people or feel uncomfortable because people cannot actually see what you are doing unless they were watching over your shoulders. At times you may do it during lectures (don't mind being seen). At times you feel that the lecturer hasn't put much effort and you think it's dull or you didn't need to turn up for that so you zone out (other people do that as well).

People would feel that you are more antisocial if you do facebook on your laptop (when you are with people) whereas with your mobile is more accepted, you can pose to check

a text, etc. whereas my parent's generation would find it rude if I stop a conversation to take a call.

I don't keep secrets and I haven't got much to hide so there is no point (in being concerned with privacy on facebook). Anything I feel is private to myself I keep it to myself. I have a lot of good friends so if I want to share it I am happy to share it with all my friends. If there was something private, that is more close to me, like a girl that I liked and I wanted to share it with a friend I would do that in person rather than on facebook. If I've got something pressing on my mind I want to share it verbally and not wait around for a reply. If a relative was ill...something that was troubling me.

My parents probably I wouldn't want to check my profile...there is a separation between what you want people to know. If I talk about going to a disco with my friends I don't necessarily want my parents to know, not because there is something wrong with it, but because it's not important to them. Equally my parents wouldn't have a hope of getting around either facebook or twitters, so I've got nothing to worry about.



### A.3 Partial transcripts from the interview with R – 27.03.09

#### *Transcription*

#### *General questions*

Account for 3 and 1/2 years. Checking on average 10 times a day, of which 4 on mobile. On laptop during work, on iphone otherwise. First time in the day 10 minutes, after that only a couple of minutes. 80% checking and only 20% actions. Around 470 friends, of which 300 I say hello to if I see them. People I accept I don't necessarily say hello. I tend to accept people who ask me to be friends. Not every time, but I find it kind of rude if I don't, but I'll only ask them to be a friend if I have some kind of motivation to do it.

#### *First action*

A friend asked me if I wanted to go to a summer festival, I responded through facebook...like I was responding an email. That would have been actually in a lecture...because we had a lecture (at that time). It was a two hours presentation that dragged on a bit so by that time I guess I was just you know I was looking down like that checking my facebook...yes (I do that at times), if I get bored. With colleague...oh yes, all my classmates...they are on facebook. People sitting next to me, I don't think they did (see my action) because they would be concentrating on the presentation. I was feeling comfortable because what I was talking about wasn't really you know that private, I would have felt comfortable anyway.

#### *Second action*

We were watching a film downstairs. Someone added a new photo and I commented on it...I think it was my friends drunk. I was at home enjoying leisure time. They didn't see me...we were watching tv. I was at a different angle.

#### *Third action*

I went onto the festival site to see if I was interested and there was this game on the site. If you get a top score over a million you score. I only got...so I couldn't understand how they do it. I guess I was frustrated about the game so I wanted some of my friends to get interested in the site and come to the festival...so I was promoting the festival. I think indirectly I was promoting it, but this was just to show there is a good game on the site I don't seem to make a good score. I was in the library...didn't know anybody...the only reason I would have to be concerned I if I was writing something private but I wouldn't write something private on my status...in my regards anything that go on my status is public so I shouldn't have a reason to be concerned about somebody behind me seeing what I am writing when 400 of my friends are going to see it directly...if it was something private I would write it in an email...quite often if there is something going on and only a small number of people involved we'll do it in a 5/6 way emails...generally anything that is not publicly open has to go private.

*Fourth action*

(struggles to remember the details without the memory phrase). I would have just been after a check...it might have been...I check it so many times a day because there are so many updates and things change so quickly.

*Fifth action*

My flatmate is irish and I am welsh so...I thought we were having a good game and wanted mainly to show my support for wales for the team. I thought maybe my friends are watching I thought I would show my support and also maybe increase the rivalry with my flat mate. Yes I was at home, I nipped up to my room (to do that) but (were watching tv) downstairs. People were going back and forth (up and down). I don't know why that was the memory phrase...oh...may be we were watching Notting Hill before so that was the connection.

*General questions*

Yes (I do facebook on the move) if I am on the train, but on the bus here just check my email and the signal is not always guaranteed...it depends on the time of the journey as well...but also it does restrict me because at times I tried writing a message on my phone and the signal wouldn't work...I think if there is a stranger sitting next to me on the bus and he can see I would feel uncomfortable I wouldn't want him to see because regardless of what I'm posting you know my friends messages they are

still private and I wouldn't want a stranger to see them...I don't know I just think is a bit intrusive, it's like someone looking over your shoulders at a book you are reading...it's not what they might see (because all my friends can see directly what I write anyway it might as well be cast to everyone) (it's the intrusion of space)...but I think like in library setting there is an unwritten rule that you don't look at anyone else's facebook...I don't know is like a kind of etiquette that you don't look at anyone's facebook, but on the bus...it's polite to look into anyone else's facebook...(I rely on the to feel less concern)...yes on the bus you don't know who they are is less of an uncontrolled setting as opposed to everyone knowing the etiquette in the library...the majority of people in the library knows that it's impolite to look at anyone facebook whereas the public on a bus they might never have used facebook before they may not know the etiquette...the library is more controlled.

I don't like my girlfriend to look on my facebook...she is among my friends...if she is not friend with some of my friends she cannot see what I have written on their wall...if she is watching me I could have said my girlfriend and I had an argument...so I have to be careful with that.

I don't think I want my mom and dad to see what I have done on facebook. Also my family friends...I have had a few requests from family friends, I don't like to accept them because that puts more of a restriction on what I can actually say on my facebook because



that exposes me even more to my family. If I did let my family see it it makes my facebook activities more and more public so it restricts what I can write...(if they don't see it) it gives me a wider scope as to what I can write...

Facebook is good for...two things really...the first is the student version of email so you don't have to have a direct phone call...wherever you are you can get a facebook message and it gives freedom to respond in your own time and think about what you are going to say, whereas on the phone you have to think on the spot...secondly I think that it lets you know and keeps you in touch a lot closer with friends you wouldn't know what's going on I have got a lot of friends I may not have the chance to speak to that often but still gives me the opportunity to know what's going on in their lives through status update...so I think status update (is the big plus of facebook) without that facebook wouldn't be the same.

My brother is of a similar age to me so things are a bit more public with him...my sister is a bit younger so she falls in the same category as my parents.

## A.4 Partial transcripts from interview with E – 27.03.09

### *Transcription*

#### *General questions*

On the laptop from home, on the mobile from the uni. Check updates on what's going on with people I know. Over 400 friends. Met and spoken to them all but many only acquaintances. 50 are good friends.

#### *First action*

I wanted my friends to know what I was thinking. Trying to organise another bbq, because we had a very successful one. In the kitchen in my house with friends. I let my friends see what I posted on facebook.

#### *Second action*

Was in boring lecture. I tend to check it a lot when I am in lectures. We were sat together, they were close (friends). They probably didn't see it. You could see that they were in action (too). It a sort of knowledge (that everyone does it). I didn't mind, if they saw it (me doing facebook) they wouldn't mind. Probably, there is a chance definitely 9the the lecturer would see me. No (I don't mind) if the lecture was more interesting I would pay attention.

#### *Third action*

It was the rugby grand slam, three games in a row. I was with my housemates and other friends come over. I got the results I was waiting for...it was like a notification of my feelings really...sort of sharing that I was happy. Couldn't be bother to go upstairs to my laptop so I did it on the mobile, which is always with me. I don't think they saw my facebook action, I didn't share with them....it was a self expression. I was just sort of putting it out there. I would have felt comfortable even if they had seen me, they would have seen it later anyway.

#### *Fourth action*

We were trying to put things on my friend while he was sleeping. It was quite funny because he didn't realise until the next day. Yes, (I did that communally with one of my other house mates). I was comfortable because it was quite funny.

#### *Fifth action*

The computer of my friend broke. I came up here for a meeting, a group meeting with people I don't really know...and we had a free moment, so I just wrote on his wall...winding him up a bit...it was more just a joke...we had a quick break during this meeting so I just quickly...yes, I waited for the break, because I don't really know the people in the group...no (they didn't see me) I sort of like, I was a bit sort of like, I kept it a bit more personal, sort of like held it close to my body, sort of really not out there, they wouldn't really understand it...(if they had seen it) I thought they might have thought I was a bit harsh...



also I would have raised quite a few questions, I didn't want to answer because I don't know them, so keep it a bit more personal...I want a little bit more, yes, closer, keeping it in on hand. I felt comfortable because they didn't see it. It was more an in joke...sort of a bit more...in joke. (if I had seen it I would have felt) probably more uncomfortable because I don't know them and also they don't know my mate, they don't know the back story...it probably come across differently if you don't know the back story...

#### *General questions*

It's been very work heavy this week...so I didn't have a chance to do much...I would expect it to double or even triple on holiday...I do a lot of checking on the bus...more through boredom...when I check as I am working I use my laptop, because it is already on...I actually prefer using the phone...you can do a lot more on the laptop but I prefer the layout of the mobile...it's got more like the keys going on...the laptop displays more but it's almost a little too much...

I don't really tend to do anything on the bus because the journey is not long. Things like buses and trains I don't feel so comfortable, because, lots of people I don't know...so people, if they for example read some of the posts I have done...because they don't know the people that they are aimed at or the backstory...they'd probably come across quite differently and they would not understand them, it would look a little weird...yes (they would get) the wrong sort of, almost the wrong first impression...but yes, (I do check on the bus)...but good for checking not so good for actions.

I am quite happy to do it in most situations, like at least to check...aside places where I wouldn't do it...not because I wouldn't feel comfortable doing it...would be like at family events, family meals and things like that, cause it's more rude, so it's more the people...yes, I wouldn't want to be rude...yes (with my friends) if something comes through I would be happy to take it...friends would be fine, it all very open...more because of the context...when you are with friends is more relaxed, whereas with family there is more of an inbuilt strictness...yes you have to appear to enjoy yourself...yes I would say that (they don't understand the technology)...with my family, they don't understand the technology and don't see the point, they don't see the need...it's also especially with some members of the family, like the older one, like a generation gap.

For me I would say I use facebook more like a social constructor, I use it to find out events and see what people want to do...my family would say why can't you use the phone or a letter, but facebook allows me to do that in 20 seconds whereas a letter would take two days. My close family, my parents and grand parents. Everything is a bit more forced, like the conversation. Ever since being at university, facebook has become a very easy way of displaying events, what's going on, what people are thinking...also it allows you a lot of forward planning because it has an inbuilt calendar, it reminds you things, oh, I'm going out today...